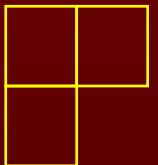


Jurnal AgriTechno

Publikasi Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin

ISSN : 1979 - 7362
Volume 8, No. 1
April 2015



Sekapur Sirih...

Bismillahirrahmanirrahim,

Jurnal ini merupakan salah satu langkah nyata dalam upaya menumbuhkembangkan jejaring pengetahuan (*knowledge networking*) dalam bidang teknologi pertanian. Agroindustri dan rekayasa di bidang pertanian merupakan suatu keniscayaan untuk menuju ke tahapan perkembangan pertanian yang lebih maju dan berkelanjutan.

Jurnal ini memuat beberapa tulisan tentang agroindustri, teknologi pengolahan bahan pangan, kerekayasaan, keteknikan pertanian dan bidang lain yang berkaitan. Kelompok keilmuan tersebut sangat dibutuhkan oleh negara kita yang mayoritas penduduknya bekerja di sektor pertanian.

Kenyataan yang ada telah menunjukkan bahwa bidang pertanian belum berkembang secara optimal dan berada dalam kondisi yang termarginalkan, bidang pertanian belum menyediakan banyak pilihan untuk menjadi sandaran hidup, kedaulatan pertanian masih sangat lemah, komponen impor yang masih sangat dominan, termasuk komponen teknologi, pada umumnya bersumber dari luar sistem pertanian. Populasi petani masih lebih banyak hanya sebagai pelaku produksi dan sangat sedikit keterlibatannya dalam agribisnis.

Untuk menghilangkan marginalisasi, meningkatkan keragaman pilihan profesi dalam bidang pertanian, menguatkan kedaulatan pertanian dan melakukan transformasi dari petani hanya sebagai pelaku produksi menjadi pelaku agribisnis memerlukan dukungan teknologi dan rekayasa yang berkembang di dalam sistem pertanian kita. Keberadaan jurnal ini diharapkan agar dapat memberi manfaat untuk mencapai hal hal tersebut.

Keberadaan jurnal ini juga diharapkan agar dapat menambah wawasan untuk saling bersinergi dalam mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi pertanian di Indonesia. Selain itu, jurnal ini diharapkan agar dapat menjadi media eksternalisasi hasil hasil penelitian dan teknologi agar hasil penelitian dan teknologi yang telah dicapai dapat diketahui dan diakses oleh masyarakat, agar lebih lanjut dapat menata kehidupannya menjadi lebih maju dan mandiri.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua penulis yang telah memberikan pemikiran demi memperkaya muatan keilmuan dalam teknologi dalam jurnal ini. Harapan kami agar jurnal ini dapat lebih berkembang secara berkelanjutan pada masa yang akan datang.

Makassar, April 2015

Ketua Jurusan Teknologi Pertanian
Dr. Ir. Mahmud Achmad, MP

Jurnal AgriTechno

Jurnal AgriTechno merupakan publikasi resmi Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin. Edisi Perdana terbit pada Bulan April 2008. Jurnal ini ditujukan sebagai wahana publikasi hasil-hasil penelitian dasar dan aplikatif yang bermutu dan orisinal. Jurnal ini memuat artikel ilmiah dalam bidang teknik tanah dan air, teknik pasca panen, bangunan dan lingkungan pertanian, aplikasi elektronika dan sistem kendali, peralatan dan mesin budidaya, energi alternatif dan elektrifikasi, teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, keamanan dan mikrobiologi pangan, bioteknologi, dan kimia pangan. Setiap artikel yang dimuat diharapkan dapat memberi kontribusi dalam pengembangan ilmu dan meningkatkan pengetahuan tentang bidang ilmu dan teknologi yang terkait.

Makalah yang dimuat dalam jurnal ini harus melalui proses review (penelaahan) dan ditelaah oleh dua orang penelaah ahli. Makalah yang dikirim ke redaksi harus mengikuti panduan penulisan yang tertera pada halaman akhir. Makalah dapat dikirim langsung via e-mail atau dikirim via pos dengan menyertakan hardcopy dan softcopy. Makalah yang dimuat dikenakan biaya penerbitan sebesar Rp 250.000 per makalah. Penulis akan memperoleh satu eksemplar. Harga langganan Rp 100.000 per volume (3 nomor). Pemesanan dapat dilakukan via e-mail, pos, atau langsung ke sekretariat.

Susunan Redaksi :

Penanggung Jawab :

Dekan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin dan Ketua Jurusan Teknologi Pertanian

Dewan Redaksi :

Ketua: Iqbal Salim (UNHAS). **Anggota:** Salengke (UNHAS), Meta Mahendradatta (UNHAS), Daniel (UNHAS), Mariyati Bilang (UNHAS), Helmi A. Koto (UNHAS), Suhardi (UNHAS), Ahmad Munir (UNHAS), Suripin (UNDIP), Budi Rahardjo (UGM), Tineke Mandang (IPB).

Redaksi Pelaksana :

Ketua: Mahmud Achmad. **Sekretaris:** A. Nurfaidah R. **Bendahara:** Sitti Nur Faridah. **Teknologi Informasi:** Februadi Bastian. **Promosi:** Muh. Tahir Sapsal. **Penyunting:** Samsuar.

Penerbit : Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin. **Alamat :** Jurnal AgriTechno, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Kampus Unhas Tamalanrea KM 10 Makassar 90245. **Tel.:** (0411) 431-081, 587-085. **Fax :** (0411) 586-014. **E-mail :** agritechnokpuh@gmail.com.

Percetakan : Lembaga Penerbitan Universitas Hasanuddin (LEPHAS).

ANALOG BAKSO SEHAT DARI PROTEIN KACANG MERAH (*Phaseolus vulgaris* L)

Jalil Genisa¹⁾, Nandi K. Sukendar¹⁾, Jumriah Langkong¹⁾, dan Nurlaila Abdullah¹⁾

¹⁾ Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Hasanuddin Makassar

ABSTRAK

Kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L) mengandung protein tinggi sehingga dapat dibuat analog atau mirip dengan bakso daging hewan atau ikan. Kacang merah memiliki protein yang hampir sama dengan daging, selain memiliki protein yang tinggi, kacang merah juga merupakan sumber karbohidrat, mineral dan vitamin. Kelebihan menggunakan kacang merah, sebagai bahan baku pembuatan daging sehat adalah sebagai alternative. Keunggulan dari pengolahan tepung kacang merah adalah meningkatkan daya guna yaitu lebih mudah diolah atau diproses menjadi produk yang memiliki nilai ekonomi tinggi, lebih mudah dicampur dengan tepung-tepung dan bahan lainnya (Marlinda, 2012). Penelitian ini bertujuan untuk proses pembuatan produk bakso sehat dari kacang merah dengan tepung terigu sehingga menghasilkan produk bakso sehat, serta untuk mendapatkan hasil analisa proksimat dan sensori produk bakso sehat yang dihasilkan. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Pangan, Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin. Tahapan penelitian secara umum yaitu penyiapan bahan baku, pengolahan kacang merah menjadi tepung kacang merah, penghalusan bumbu bakso dan pencampuran adonan, pencetakan, pengukusan dan bakso siap saji. Hasil penelitian dari produk bakso sehat diperoleh kadar air berkisar 3,8 - 3,24%, Kadar Abu 0,8- 1,24%, Kadar Protein 10,43 - 10,54%, Kadar Lemak 0,52 - 0,58%, Kadar Karbohidrat 81,45 - 81,57%, Hasil Uji organoleptik terhadap bakso sehat pada Warna, Aroma dan Rasa rata-rata diperoleh 3.37 (Agak suka).

Kata Kunci : Kacang merah, bakso sehat

PENDAHULUAN

Kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L) mengandung protein tinggi sehingga dapat dibuat analog atau mirip dengan bakso daging hewan atau ikan. Kacang merah memiliki protein yang hampir sama dengan daging hewani, selain memiliki kandungan protein yang tinggi (22,3 g/100 g), kacang merah juga merupakan sumber karbohidrat, mineral, vitamin dan rendah kandungan asam lemak jenuhnya. Kacang merah kaya akan asam folat, kalsium, karbohidrat kompleks dan serat yang tinggi sehingga dapat menurunkan kadar kolesterol darah (Astawan, 2009). Kadar glikemik kacang merah juga rendah sehingga menguntungkan penderita diabetes dan menurunkan resiko timbulnya

diabetes (Anonim, 2009a). Kelebihan menggunakan kacang merah, sebagai bahan baku pembuatan daging sehat adalah sebagai alternative. Keunggulan dari pengolahan tepung kacang merah adalah meningkatkan daya guna yaitu lebih mudah diolah atau diproses menjadi produk yang memiliki nilai ekonomi tinggi, lebih mudah dicampur dengan tepung-tepung dan bahan lainnya (Marlinda, 2012).

Selama ini sebagian masyarakat cenderung memanfaatkan kacang merah untuk pem-buatan sayuran, namun dapat dikembangkan beberapa olahan seperti pembuatan bakso.

Tahapan pembuatan bakso secara umum yaitu penyiapan bahan baku yaitu kacang merah, di-tepungkan, pencampuran

adonan, pencetakan, pengukusan sehingga bakso siap saji.

Berdasarkan pemikiran diatas, maka telah dilaksanakan penelitian untuk memanfaatkan kacang merah menjadi produk bakso. Produk bakso kacang merah, berprotein tinggi mirip kandungan protein hewani, kandungan kolestrol dan kandungan asam lemak jenuhnya rendah sehingga dapat dikonsumsi bagi yang tidak dapat mengkonsumsi daging hewani karena faktor penyakit, demikian juga bagi vegetarian atau bagi yang hanya makan sayur-sayuran dari nabati, karena mudah dicerna oleh tubuh.

BAHAN DAN METODOLOGI

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2014 di Laboratorium Pengolahan Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain: Pisau, baskom, ayakan, talenan, blender, kompor, wajan, sendok, pengaduk, Gelas ukur, timbangan analitik, oven pengering, pH meter, gelas jar, viscometer.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain: kacang merah, tepung terigu, aquades. Soda kue, garam, tepung tapioca, merica, ketumbar, bawang merah, bawang putih.

Prosedur Penelitian

Prosedur dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut

- Disiapkan 10 kg kacang merah, dibersihkan dan dibilas
- Kacang merah direndam selama 2 jam, kemudian ditiriskan
- Kacang merah direbus dengan air dengan suhu 100°C selama 10 menit,

dan ditambah-kan soda kue, kemudian ditiriskan

- Kacang merah yang telah direbus, didinginkan, dikupas kulit arinya untuk menghindari bau langau
- Kacang merah di blender, dan tepung diayak 60 mesh (Protein Kacang merah)
- Protein ditambah 10 gram (2%) NaCl secara bertahap, diremas-remas 15 menit hingga lembut Adonan ditutup kain basah selama 4 jam.
- Adonan dibilas dengan air hingga kental, ditiriskan dan ditambahkan bahan pembuat bakso.
- Adonan didiamkan selama 15 menit, kemudian direbus dengan air dengan suhu 100°C selama 20 menit.
- Bakso sehat kacang merah

Perlakuan Penelitian

Perlakuan penelitian pada pembuatan bakso sehat kacang merah adalah :

A1 = 70 % tepung kacang merah + 30% tepung terigu

A2 = 60% tepung kacang merah + 40% tepung terigu

A3 = 50% tepung kacang merah + 50% tepung terigu

Pengamatan Parameter

Pengamatan parameter dalam penelitian ini antara lain :

- Kadar air

$$\% Ka = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Kadar Air Awal}} \times 100\%$$

- Kadar abu

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{\text{Berat Abu (g)}}{\text{Berat sampel (g)}} \times 100\%$$

- Kadar Protein

$$\% \text{ Kadar Protein} = \frac{V1 \times \text{Normalitas H}_2\text{SO}_4 \times 6.25 \times p}{\text{Gram Contoh}} \times 100\%$$

- Kadar Lemak

$$\% \text{ Kadar Lemak} = \frac{\text{Kadar Lemak (g)}}{\text{Berat Sampel (g)}} \times 100\%$$

e. Kadar Karbohidrat

% Kadar Karbohidrat =

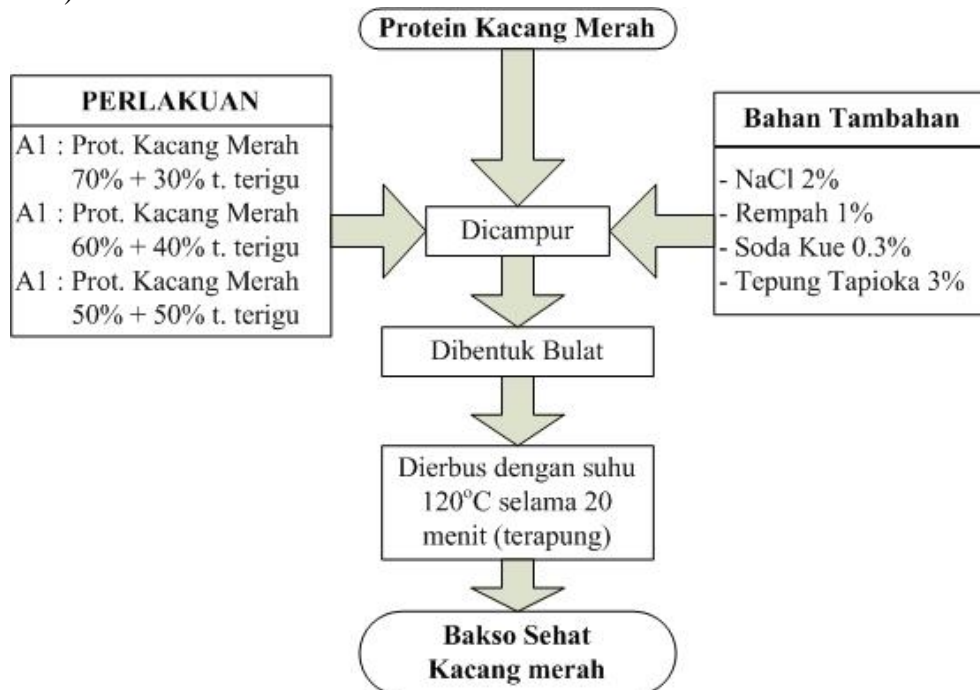
$100\% - \% (\text{Protein} + \text{lemak} + \text{abu} + \text{air})$

f. Uji Organoleptik

Uji organoleptik yang melibatkan 11 panelis untuk menguji tingkat kesukaan yang meliputi warna, aroma, dan rasa dengan menggunakan metode hedonik berdasarkan dengan skor 5 (sangat suka), 4 (suka), 3 (agak suka), 2 (kurang suka), dan 1 (tidak suka).

Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Data disajikan berdasarkan data hasil pengamatan terhadap parameter pengujian dengan melakukan tiga kali pengulangan.



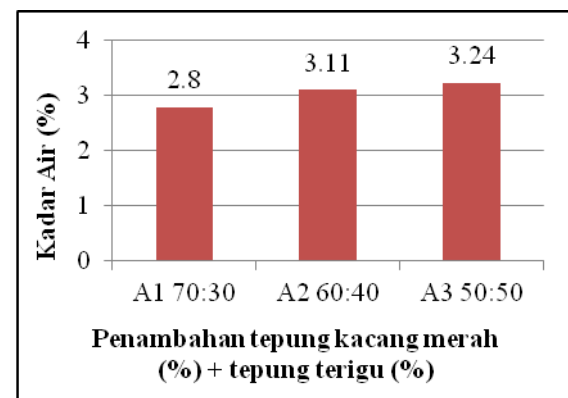
Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

penampakan tekstur, serta citarasa makanan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air Bakso Sehat

Analisa kadar air dilakukan untuk mengetahui tingkat kadar air pada bakso sehat. Jumlah kadar air yang terdapat pada bahan sangat penting dalam mempertahankan daya simpan bahan tersebut. Selain itu kadar air dalam bahan pangan juga ikut berperan dalam pembentukan sifat organoleptik produk. Kadar air akan berpengaruh terhadap kenampakan, tekstur dan citarasa dari suatu makanan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Winarno (2002), bahwa air merupakan komponen terpenting dalam bahan makanan, karena air mempengaruhi



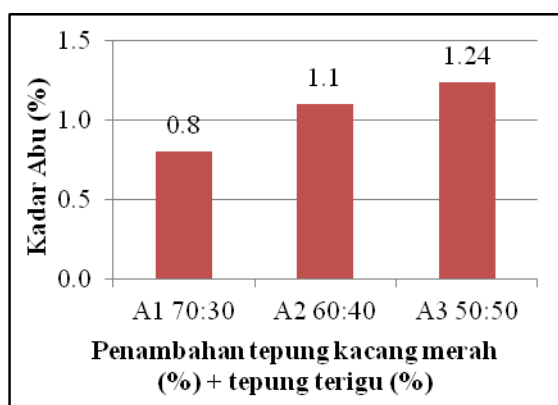
Gambar 2. Hasil Analisa Kadar Air Bakso Sehat

Hasil analisa kadar air bakso sehat seperti yang terlihat pada (Gambar 2) menunjukkan bahwa kadar air rata-rata

yang diperoleh pada perlakuan A1 yaitu 2,8%, A2 yaitu 3,11 %, dan A3 yaitu 3,24 %. Pada analisa kali ini nilai terendah pada perlakuan A1 dan tertinggi yaitu A3, hal ini disebabkan karena adanya perbedaan konsentrasi tepung terigu dan tepung kacang merah yang diberikan, dimana semakin banyak penambahan konsentrasi tepung terigu maka semakin tinggi kadar air pada bakso sehat. Hal ini sesuai dengan pendapat Hartati (2003), bahwa penurunan kadar air disebabkan oleh berkurangnya penggunaan tepung terigu.

Kadar Abu Bakso Sehat

Sebagian besar bahan makanan, yaitu sekitar 96% terdiri dari bahan organik dan air. Sisanya terdiri dari unsur-unsur mineral. Unsur mineral juga di kenal sebagai zat organik atau kadar abu. Dalam proses pembakaran, bahan-bahan organik terbakar tetapi zat anorganiknya tidak, karena itulah disebut abu. Meskipun banyak dari elemen-elemen mineral telah jelas diketahui fungsinya pada makanan ternak, belum banyak penelitian sejenis dilakukan pada manusia. Karena itu peranan berbagai unsur mineral bagi manusia masih belum sepenuhnya diketahui (Winarno,1997).



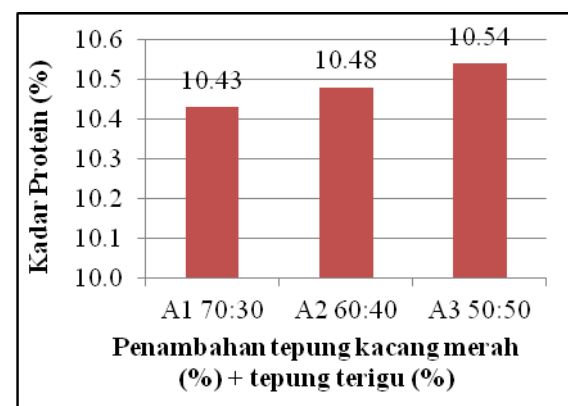
Gambar 3. Hasil Analisa Kadar Abu Bakso Sehat

Hasil analisa kadar abu pada perlakuan A1, A2, dan A3 berkisar rata-rata 0,8 %, 1,11 % dan 1,24 %. Tinggi rendah-nya kadar abu bakso sehat kacang merah yang dihasilkan diduga karena

penambahan tepung kacang merah. Hal ini sesuai dengan pendapat Sukami (1979), bahwa kacang-kacangan selain sebagai sumber protein juga sebagai sumber mineral.

Kadar Protein Bakso sehat

Protein merupakan suatu zat gizi yang amat penting bagi tubuh, karena zat ini di samping berfungsi sebagai bahan bakar dalam tubuh juga berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur (Winarno, 2004).



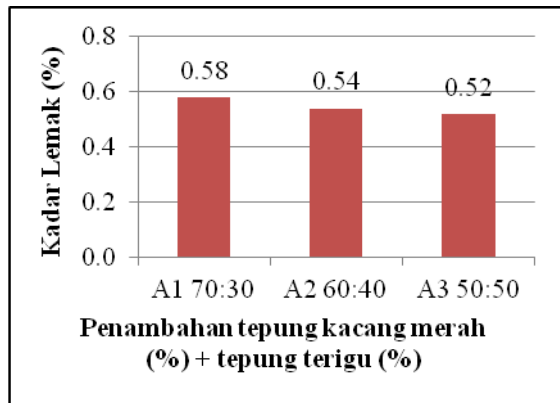
Gambar 4. Hasil Analisa Kadar Protein Bakso Sehat

Hasil analisa kadar protein pada perlakuan A1, A2, dan A3 berkisar rata-rata 10,43 %, 10,48 % dan 10,54 %. Semakin banyak tepung terigu yang digunakan maka kadar protein semakin tinggi. Hal ini disebabkan oleh kandungan protein pada tepung terigu lebih tinggi dibandingkan tepung kacang merah. Hal ini sesuai dengan Winarno (2002) mengemukakan keistimewaan terigu dibanding dengan tepung dari serelia lain terletak pada kandungan gluten yang tidak terdapat pada tepung lain. Gluten terdiri dari gliadin dan glutenin yang merupakan suatu komponen dari protein yang hanya terdapat pada tepung terigu.

Kadar Lemak Bakso Sehat

Lemak dan minyak terdapat pada hampir semua bahan pangan dengan kandungan yang berbeda-beda. Tetapi lemak

dan minyak seringkali ditambahkan dengan sengaja ke bahan makanan dengan berbagai tujuan (Winarno, 2004). Lemak merupakan sumber energi selain karbohidrat yang dibutuhkan oleh manusia. Lemak terbagi dari lemak nabati dan hewani yang tersedia di alam.



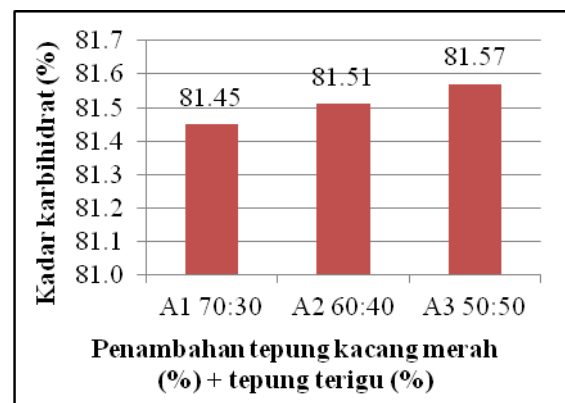
Gambar 5. Hasil Analisa Kadar Lemak Bakso Sehat

Kadar lemak bakso sehat berbagai perlakuan dapat dilihat di Gambar 5. Kisaran kadar lemak bakso sehat adalah 0,52% sampai 0,58%. Hal ini menunjukkan bahwa formulasi tepung kacang merah dan tepung terigu yang berbeda tidak berpengaruh terhadap kadar lemak bakso sehat yang dihasilkan. Tepung terigu dan tepung kacang merah yang digunakan mempunyai kadar lemak rendah. Semakin banyak penambahan tepung terigu akan menyebabkan kadar lemak semakin menurun. Hal ini karena semakin banyak penambahan tepung terigu maka kandungan patinya semakin banyak dan lemaknya semakin turun. Hal ini sesuai dengan pendapat Damodaran dan Paraf (1997) bahwa kandungan lemak nabati dari tepung terigu sendiri hanya sebesar 0.9%, sementara karbohidrat merupakan komponen yang terdapat dalam persentasi yang terbesar dalam pati yaitu 75-80 %.

Kadar Karbohidrat Bakso Sehat

Karbohidrat merupakan sumber kalori utama bagi hampir seluruh penduduk dunia. Khususnya bagi penduduk negara yang sedang

berkembang. Karbohidrat juga mempunyai peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan pangan misalnya rasa, warna, tekstur, dan lain-lain (Winarno, 2004). Kisaran kadar karbohidrat produk bakso sehat yang dihasilkan adalah 81,45%-81,57%. Hal ini menunjukkan bahwa formulasi tepung terigu dan tepung kacang merah yang digunakan berpengaruh pada karbohidrat bakso sehat yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena tepung terigu dan tepung kacang merah memiliki karbohidrat yang tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Kay (1979) dan Zoumas *et al* (2002) bahwa kacang merah merupakan sumber karbohidrat dan sumber karbohidrat adalah tepung terigu, jagung dan oats.



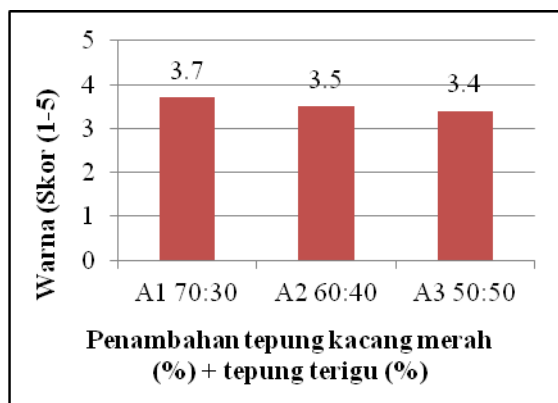
Gambar 6. Hasil Analisa Kadar Karbohidrat Bakso Sehat

Nilai kadar karbohidrat pada bakso sehat merupakan jumlah perhitungan biasa yang dilakukan dengan menghitung secara keseluruhan antara kadar protein, kadar lemak, kadar air dan kadar abu. Hasil analisis karbohidrat diperoleh 81,45% - 81,57%. Hal ini sesuai pernyataan (Winarno, 2004) bahwa perhitungan kadar karbohidrat suatu bahan pangan dapat dihitung secara perbedaan antara jumlah kandungan air, protein, lemak dan abu dengan rumus karbohidrat yaitu $100 - (\text{protein} + \text{lemak} + \text{abu} + \text{air})$.

Uji Organoleptik Olahan Bakso sehat

Warna

Warna mempunyai arti dan peran penting pada komoditas pangan. Peranan ini sangat nyata pada tiga hal yaitu daya tarik, tanda pengenal, dan atribut mutu. Di antara sifat-sifat produk pangan, warna merupakan faktor yang paling cepat dan mudah memberi kesan, tetapi sulit untuk dideskripsi dan sulit cara pengukurannya. Penentuan mutu suatu bahan pangan pada umumnya tergantung pada warna, karena warna tampil terlebih dahulu, Winarno (2004). Hasil uji organoleptik tingkat penilaian panelis terhadap bakso sehat berkisar antara 3, 4 (agak suka) sampai 3,7 (suka) dan dapat dilihat pada Gambar 7 berikut.



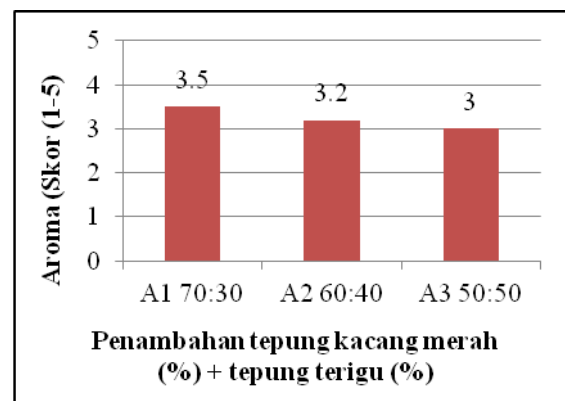
Gambar 7. Hasil Uji Organoleptik Warna Bakso Sehat

Berdasarkan hasil uji organoleptik dari ketiga perlakuan yang digunakan, secara umum apat diterima oleh panelis. Perlakuan A1 (Tepung kacang merah 70% : tepung terigu 30%) mendapatkan nilai 3,7 (suka), A2 (Tepung kacang merah 70% : tepung terigu 30%) mendapatkan nilai 3,5 (suka) dan A3 (Tepung kacang merah 70% : tepung terigu 30%) mendapatkan nilai 3,4 (agak suka). Dari tiga perlakuan diatas, perlakuan A1 lebih disukai oleh panelis dibandingkan perlakuan yang A3, hal ini diduga dipengaruhi karena penambahan tepung kacang merah yang lebih banyak dibanding penambahan tepung terigu yang warnanya cenderung

lebih gelap, sehingga kenampakan tidak terlalu dominan. Selain itu warna pada perlakuan A1 ini juga dipengaruhi dari hasil proses pengukusan, Hal ini sesuai dengan Anonim (2013), bahwa proses pengukusan dapat mempengaruhi warna, tekstur, aroma dan rasa, serta Selama pengukusan akan terjadi pengembangan volume adonan, inaktifnya khamir dan enzim, karamelisasi yang membentuk warna bakso sehat.

Aroma

Aroma merupakan faktor yang sangat penting untuk menentukan tingkat penerimaan konsumen terhadap suatu produk, sebab sebelum dimakan biasanya konsumen terlebih dahulu mencium aroma dari produk tersebut untuk menilai layak tidaknya produk tersebut dimakan. Aroma bahan makanan banyak menentukan kelezatan makanan tersebut. Industri makanan menganggap sangat penting melakukan uji aroma karena dengan cepat dapat memberikan hasil penilaian produksinya disukai atau tidak disukai, Soekarto (1985).



Gambar 8. Hasil Uji Organoleptik Aroma Bakso Sehat

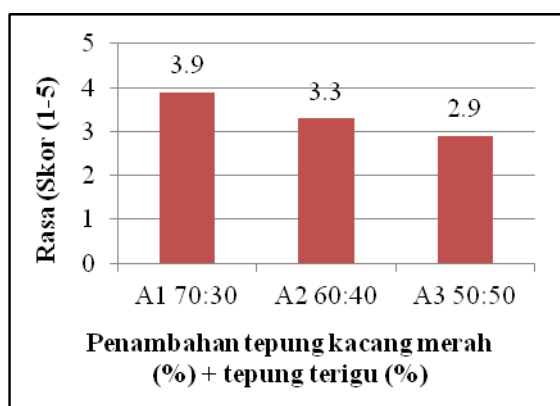
Berdasarkan histogram di atas, hasil uji organoleptik aroma menunjukkan perbedaan penilaian dari masing- masing perlakuan A1 (Tepung kacang merah 70% : tepung terigu 30%) mendapatkan nilai 3,5 (suka), A2 (Tepung kacang merah 70% : tepung terigu 30%) mendapatkan nilai 3,2 (agak suka) dan A3 (Tepung kacang

merah 70% : tepung terigu 30%) mendapatkan nilai 3,0 (agak suka).

Berdasarkan histogram diatas hasil uji organoleptik aroma, secara umum masih dapat diterima oleh panelis, perlakuan A1 (Tepung kacang merah 70% : tepung terigu 30%) mendapatkan nilai 3,5 (suka), A2 (Tepung kacang merah 70% : tepung terigu 30%) mendapatkan nilai 3,2 (agak suka) dan A3 (Tepung kacang merah 70% : tepung terigu 30%) mendapatkan nilai 3,0 (agak suka). Perlakuan A1 disukai oleh panelis dikarenakan penggunaan tepung kacang merah lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya.

Rasa

Rasa merupakan faktor yang sangat penting dalam penilaian suatu produk. Rasa melibatkan indera pengecap (lidah). Rasa yang enak dapat menarik selera sehingga konsumen lebih cenderung menyukai makanan dari rasanya. Cita rasa dari bahan pangan sesungguhnya bermula pada rangsangan mulut (Rampengan dkk., 1985). Hasil uji organoleptik rasa bertujuan untuk mengetahui tingkat respon dari panelis mengenai kesukaannya terhadap biskuit yang dihasilkan pada masing-masing perlakuan. Cita rasa makanan merupakan salah satu faktor penentu bahan makanan. Makanan yang memiliki rasa yang enak dan menarik akan disukai oleh konsumen.



Gambar 9. Hasil Uji Organoleptik Rasa Bakso Sehat

Gambar 9 menunjukkan hasil uji organoleptik parameter rasa pada perlakuan A1 (Tepung kacang merah 70% : tepung terigu 30%) mendapatkan nilai 3,9 (suka) , A2 (Tepung kacang merah 70% : tepung terigu 30%) mendapatkan nilai 3,3 (agak suka) dan A3 (Tepung kacang merah 70% : tepung terigu 30%) mendapatkan nilai 2,9 (agak suka).

Berdasarkan histogram diatas hasil uji organoleptik rasa menunjukkan perlakuan A1 (Tepung kacang merah 70% : tepung terigu 30%) mendapatkan nilai 3,9 (suka), A2 (Tepung kacang merah 70% : tepung terigu 30%) mendapatkan nilai 3,3 (agak suka) dan A3 (Tepung kacang merah 70% : tepung terigu 30%) mendapatkan nilai 2,9 (agak suka). Hal ini dipengaruhi oleh penambahan tepung kacang merah yang mempengaruhi rasa bakso yang dihasilkan. Bakso dengan penambahan tepung kacang merah lebih tinggi cenderung memiliki rasa yang lebih manis dibandingkan dengan penambahan tepung terigu yang lebih sedikit. Penggunaan tepung kacang merah lebih sedikit dibanding penambahan tepung terigu juga menyebabkan rasa khas kacang merah yang tajam dapat tersamarkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Bakso sehat yang dibuat memiliki kandungan protein yang diperoleh dari dari tepung kacang merah,
2. Analisis yang dilakukan pada bakso sehat terhadap uji proksimatnya yang terdiri dari kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak dan karbohidrat diperoleh hasil tertinggi masing-masing secara berturut-turut yaitu (A3) 3.24, (A3) 1.24, (A3) 10.54, (A1) 0.58, dan (A3) 81.57.
3. Hasil uji organoleptik yang diperoleh pada tingkat kesukaan bakso sehat ini yaitu pada warna yang paling disukai pada perlakuan A1 (3,7), pada aroma bakso yaitu perlakuan A1 (3,9) yang

paling disukai panelis sedangkan pada aroma bakso yang paling disukai adalah perlakuan A1(3,5).

Saran

Perlu penelitian lebih lanjut untuk mengetahui formulasi atau campuran yang tepat untuk diterapkan dalam pembuatan bakso sehat kacang merah terhadap aroma dan rasa serta packing/kemasan, hak paten produk, dan mendapatkan pangsa pasar baik tingkat nasional maupun ke mancanegara.

DAFTAR PUSTAKA

- Anni Faridah. 2008. **Patiseri**. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
- Anonim, 2009a. **Kacang Merah**. <http://nursetiawatirahayu.blogspot.com/2011/02/kacangan-kacangan..27> hlm. [5 november 2012]
- Anonim, 2009b. **Analisis Protein**. <http://Wikipedia.org/wiki/protein> [10 November 2012]
- Anonim, 2013. **Perhitungan Rendamen**. www.kkpbumn.depkeu.go.id/industrial.profile [13 Feb.2013]
- Astawan Made. 2009 . **Sehat dengan hidangan kacang dan biji-bijian**. Penerbit Swadaya. Jakarta
- Damodaran, S. and A. Paraf. 1997. **Food Proteins and Their Applications**. Marcel Dekker, New York.
- Depkes. 1992. **Daftar Komposisi Bahan Makanan**. Departemen kesehatan. Jakarta
- Ebook Pangan. 2009c . **Kadar Protein dan Kadar lemak Kacang-kacangan**. [www. ebookpangan.com](http://www.ebookpangan.com) [11 November 2013]
- Hartati. N.S. dan T. K. Prana, 2003. **Analisis Kadar Pati dan Serat Kasar Tepung beberapa Kultivar**
- Talas**. Jurnal Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI.Cibinong.
- Hudaya. Saripah. 1999. **Modul Perkuliahan Teknologi Pangan**. Fakultas Pertanian, Universitas Padjajaran. Jatinagor.
- Kay. 1979. **Food Legumes Tropical Product Institute**. London
- Kpp. Bumnn 2011b. **Perhitungan Rendemen**.[www.kppbumn.depkeu.go.id/Industrial_Profile/.../page0003.h](http://www.kppbumn.depkeu.go.id/Industrial_Profile/.../page0003.htm) tm. [13 Februari 2013]
- Marlinda Retno Budya Ningrum. 2012. **Pembuatan cookies dengan substitusi Tepung kacang merah**. Institut Pertanian Bogor
- Mudjajanto Eddy Setyo dan Lilik Noor Yulianti. 2004. **Membuat Aneka Roti**. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Muchtadi, Deddy. 1988. **Karbohidrat Pangan dan Kesehatan**. Alfabeta. Bandung.
- Nursetiawaty, Rahayu. **Kacang Merah**. <http://nursetiawatirahayu.blogspot.com/2011/02/kacang-kacangan.27>.html. [5 November 2012]
- Parah, Setiawati 2011c. **Vegetarian Sehat** [www.healthylivingonline.com/Newsletter](http://www.healthylivingonline.com/Newsletter/2011/vegpyramid/html) 2011/vegpyramid/html [12 Desember 2013]
- Rahmat Rukmana. 2009. **Buncis**. Yogyakarta: Kanisius
- Rampengan V,J. Pontoh dan D.T Sembel, 1985. **Dasar-Dasar Pengawasan Mutu Pangan**. Badan Kerjasama Perguruan Tinggi Negeri Indonesia Bagian Timur, Ujung Pandang.
- Salunkhe et al (1985) **Kacang-Kacangan, Sumber Serta yang Kaya Gizi**. Dalam.www.ebookpangan.com Diakses tanggal 12 Desember 2012

- Siahaan E. J. 1994. **Pengaruh penambahan tingkat substitusi tepung kacang merah dan cassava terhadap kadar protein, abu, karbohidrat dan kadar lemak.** Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Soekarto, S.T., 1985. **Pangan Semi Basah Keamanan dan Potensinya dalam perbaikan Gizi Masyarakat.** Seminar Teknologi Pangan IV, 15. 17 Mei 2000, Bogor.
- Sukami, M. 1979. **Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan.** Departemen ilmu Kesejahteraan keluarga. Fakultas Pertanian. IPB. Bogor
- Wikipedia, 2009b. **Analisis protein.** <http://wikipedia.org/wiki/protein> [10 November 2012]
- Winarno, F.G., dan Srikandi Fardias., 1980. **Pengantar Teknologi Pangan.** PT. Gramedia, Jakarta.
- Winarno, F.G., 1997. **Pangan, Gizi, dan Konsumen.** Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Winarno, F. G., 2002. **Pangan, Gizi, Teknologi dan Konsumen.** Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Winarno, F.G., 2004. **Kimia Pangan dan Gizi.** Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

PENGARUH BAHAN ORGANIK TERHADAP PEMADATAN TANAH DAN PRODUKSI TANAMAN TEBU PADA LAHAN KERING

Iqbal

Staf Pengajar Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin Makassar, iqbailiqma@yahoo.com

ABSTRAK

Tebu merupakan salah satu tanaman perkebunan yang menjadi bahan baku utama pembuatan gula. Areal perkebunan tebu yang luas di Indonesia menyebabkan kegiatan budidaya tebu dilakukan dengan mekanisasi. Untuk meningkatkan produksi tebu harus dilakukan pemupukan yang baik, tepat waktu, tepat lokasi, dan tepat dosis. Teknologi aplikator pupuk organik mampu melakukan pemupukan secara cepat dan tepat. Penggunaan pupuk organik (kompos) sebagai bahan pembenah tanah (*soil conditioner*) dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah sehingga mempertahankan dan menambah kesuburan tanah pertanian. Pemupukan dengan menggunakan teknologi berupa aplikator pupuk organik diharapkan mampu memaksimalkan pertumbuhan tanaman sehingga dapat meningkatkan produksi tebu untuk memenuhi kebutuhan negara kita. Penggunaan kompos pada tanaman tebu akan memberikan efek jangka panjang terhadap kesuburan tanah karena memiliki efek residu yang tersimpan di dalam tanah, akibatnya penggunaan pupuk kimia menjadi lebih efisien dan dapat dikurangi serta biaya produksi menjadi lebih rendah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikator kompos dapat beroperasi dengan baik di lahan perkebunan tebu dengan efisiensi kerja aplikator kompos 54 %. Pupuk organik memberikan pengaruh yang baik terhadap pertumbuhan tinggi dan diameter batang tanaman tebu.

Kata kunci : mekanisasi, pemupukan, aplikator, kompos, tebu

ABSTRACT

Sugarcane is one of the plantation crops that be raw material for sugar manufacture. The area of sugar plantation in Indonesia is large so that the activities for sugarcane cultivation carried out by the mechanization. To increase the production of sugar cane must be good fertilization, timely, precise location, and proper dosage. Organic fertilizer applicator technology capable of quickly and accurately fertilization. The use of organic fertilizer (compost) as soil conditioner can increase soil organic matter content thus maintaining and increase the soil fertility. Fertilization by using technology alike compost applicator expected to maximize the growth of plants so can increase sugar cane production for our country. The use of compost in sugarcane will provide long-term effects on soil fertility because it has a residual effect that stored in the soil, so that the using of chemical fertilizers become more efficient and can be reduced and production costs will be lower. The results showed that the applicator compost can operate in sugarcane plantations with efficiency 54%. Organic fertilizers provide a good influence on height and stem diameter growth of sugar cane.

Keywords : Mechanization, fertilization, applicator, compost, sugar cane

PENDAHULUAN

Luas perkebunan tebu di Indonesia pada tahun 2010 mencapai 434257 hektar (Ditjenbun 2011) dengan produksi gula mencapai 2694227 ton. Penyiapan lahan pada perkebunan tebu dilakukan dengan cara pembakaran (*burning*) sisa-sisa panen atau serasah tebu setelah proses penebangan. Selanjutnya dilakukan kegiatan pembersihan untuk penyiapan lahan (*land preparation*), pengeprasan untuk tanaman *ratoon* atau pengolahan tanah untuk tanaman baru (*plant cane*) yang bertujuan untuk menghancurkan dan mencampurkan sisa-sisa pembakaran serasah dengan tanah sampai tercipta kondisi tanah yang siap tanam.

Pemupukan merupakan salah satu hal penting untuk meningkatkan produksi, bahkan sampai sekarang dianggap sebagai faktor yang dominan dalam produksi pertanian. Penggunaan pupuk anorganik yang selalu meningkat dari tahun ke tahun, telah mencemaskan pakar lingkungan hidup karena dampak polusi yang ditimbulkannya. Sampai akhir abad ke-20 pemupukan merupakan faktor penting untuk meningkatkan produksi karena belum ada alternatif lain untuk menggantikannya (Rosmarkam dan Yuwono 2002).

Komponen biaya produksi yang cukup besar dalam budidaya tanaman tebu adalah pemupukan. Dengan pemupukan, produktivitas sampai tingkat tertentu dapat dinaikkan, sehingga biaya produksi secara keseluruhan dapat lebih efektif. Namun, efektivitas biaya produksi yang terkait dengan aspek pupuk sangat ditentukan oleh praktek pemupukan yang efisien. Kenyataannya penggunaan pupuk kimia buatan, seperti urea, SP-36, dan kalium klorida, sudah mulai dianggap tidak efisien. Ini disebabkan antara lain sifat pupuk yang cepat terurai sehingga hanya sebagian kecil yang diserap dan dimanfaatkan oleh tanaman tebu. Cepatnya hara pupuk terurai juga menimbulkan masalah

pencemaran air tanah. Untuk mengatasi hal-hal tersebut di atas salah satu alternatifnya adalah dengan meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk. Aplikasi pupuk dengan efisiensi tinggi dapat diperoleh melalui peningkatan daya dukung tanah dan efisiensi pelepasan hara pupuk (Goenadi dan Santi 2006). Selain itu, salah satu cara untuk mengefisienkan penggunaan pupuk adalah dengan penggunaan bahan organik.

Penggunaan kompos dapat memberikan manfaat bagi tanah dan tanaman antara lain : menyediakan nutrisi bagi tanaman, memperbaiki struktur tanah, meningkatkan populasi dan aktivitas organisme tanah, meningkatkan kemampuan mengikat air dan agregat tanah, meningkatkan infiltrasi, menghalangi terjadinya erosi, menunjang penyebaran dan penetrasi akar tanaman, serta memperkuat daya tahan tanaman terhadap hama dan penyakit.

Hasil yang diharapkan adalah bagaimana perubahan yang terjadi setelah aplikasi teknologi pemupukan yang berbasis organik (aplikator kompos) terhadap sifat kimia, fisik dan mekanik tanah, kesuburan tanah, dan pertumbuhan tanaman tebu. Penelitian difokuskan pada kajian pemanfaatan teknologi pemupukan berupa aplikator kompos pada perkebunan tebu lahan kering guna meningkatkan produksi tanaman tebu lahan kering.

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan produksi tanaman tebu lahan kering melalui perbaikan sifat fisik, mekanik dan kimia tanah dengan menerapkan teknologi pemupukan berupa aplikator pupuk organik (kompos) pada tahapan budidaya tanaman. Sedangkan tujuan khususnya adalah untuk menghitung kapasitas kerja lapang dan efisiensi dari aplikator kompos.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah : Traktor dan implemennya, teknologi pemupukan (aplikator kompos), ring sampel, cangkul, meteran, patok, label, dan tali rafia. Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kompos dan tanaman tebu.

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret - Oktober 2014, bertempat di perkebunan tebu pabrik gula (PG) Takalar kabupaten Takalar provinsi Sulawesi Selatan.

Metode Penelitian

Penelitian diawali dengan kegiatan survei lapangan untuk mengidentifikasi teknologi (peralatan mekanis) yang tersedia di perkebunan yang dapat menunjang proses pemupukan dengan menggunakan aplikator kompos. Setelah itu dilakukan tahapan kegiatan lapangan yaitu untuk membuat pupuk organik/kompos.

Sebelum uji lapang untuk aplikasi kompos, terlebih dahulu membuat plot petak percobaan dengan ukuran 20 m x 30 m. Selanjutnya ada beberapa parameter yang diamati dan diukur antara lain sifat kimia, fisik dan mekanik tanah, pertumbuhan tebu setelah aplikasi pupuk organik yang berasal dari serasah tebu, dan analisis kesuburan tanah sebelum dan setelah aplikasi kompos.

Rancangan Perlakuan

Kegiatan 1. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan perlakuan yang menggunakan faktor dosis kompos/pupuk organik dengan tiga ulangan. Faktor dosis kompos/pupuk

organik terdiri atas 2 taraf yaitu : K0 (tanpa pupuk organik) dan K15 (pupuk organik 15 ton/ha). Dengan demikian akan terdapat $2 \times 3 = 6$ petak percobaan. Setelah lahan percobaan dibersihkan, lalu membuat petakan dengan ukuran 20 m x 30 m dan dibagi menjadi 6 petakan dengan masing-masing ukuran 10 m x 10 m. Selanjutnya pupuk organik atau dibenamkan di bawah permukaan tanah yang terdapat tanaman tebu sesuai dengan perlakuan.

Kegiatan 2. Pengukuran sifat kimia, fisik dan mekanik tanah dilakukan sebelum perlakuan dan setelah perlakuan meliputi parameter : kandungan bahan organik, kadar air tanah, dan *bulk density*. Pengumpulan data pertumbuhan tanaman tebu dan kesuburan tanah serta produksi tebu yang dilakukan setelah tebu berumur 6 bulan.

Pengukuran Kondisi Tanah

Pengukuran kondisi tanah (sifat kimia, fisik dan mekanik tanah) dilakukan pada awal penelitian dan setelah tanaman berumur 6 bulan meliputi parameter sebagai berikut :

- Kandungan bahan organik (C dan N)
Pengukuran kandungan C dan N organik dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah UNHAS. Sampel tanah dari lokasi penelitian dianalisis di Laboratorium.
- Perhitungan Kadar Air Tanah
Perhitungan kadar air tanah dilakukan dengan mengambil sampel tanah pada setiap perlakuan, kemudian ditimbang dan dikeringkan dalam oven selama 24 jam dengan suhu 105° . Perhitungan kadar air dilakukan pada kedalaman 5, 15, dan 25 cm. Kadar air tanah dihitung dengan persamaan :

$$KA = \left(\frac{Wa - Wb}{Wb} \right) \times 100\% \dots\dots\dots/1/$$

Dimana :

KA = kadar air tanah (%)

Wa = berat sampel tanah basah (g)

Wb = berat sampel tanah kering (g)

- Perhitungan *bulk density* tanah
Bulk density atau bobot isi tanah dihitung dengan mengambil sampel tanah pada setiap perlakuan yang dihitung dengan persamaan :

$$BD = \frac{Bk}{Vt} \dots\dots\dots /2/$$

Dimana :

BD = *bulk density* (g/cm³)

Bk = berat kering (g)

Vt = volume total (cm³)

Perhitungan nilai *bulk density* dilakukan pada kedalaman 5 cm, 15 cm, dan 25 cm.

Aplikasi Kompos

Pengaplikasian serasah tebu sebagai pupuk organik di lahan perkebunan tebu dilakukan setelah bahan organik diolah menjadi kompos melalui proses pengomposan sekaligus dilakukan pengukuran terhadap kapasitas kerja lapang efektif dari alat pemupuk. Proses pembuatan kompos dapat dilakukan secara konvensional dimana kompos yang dihasilkan berupa kompos yang siap pakai. Setelah kompos matang (C/N 10-20) selanjutnya kompos diayak untuk memperoleh ukuran yang seragam dan siap untuk diaplikasikan di lahan dengan prosedur sebagai berikut : 1) membersihkan lahan perkebunan dari sisa-sisa tanaman dan semak belukar, 2) membuat petak percobaan dengan ukuran 10 m x 10 m sebanyak 6 petak, 3) melakukan pengeprasan pada tanaman tebu *ratoon*, 4) melakukan pencampuran bahan organik (kompos) dengan cara membenamkan pupuk organik di antara tanaman tebu sesuai dosis perlakuan.

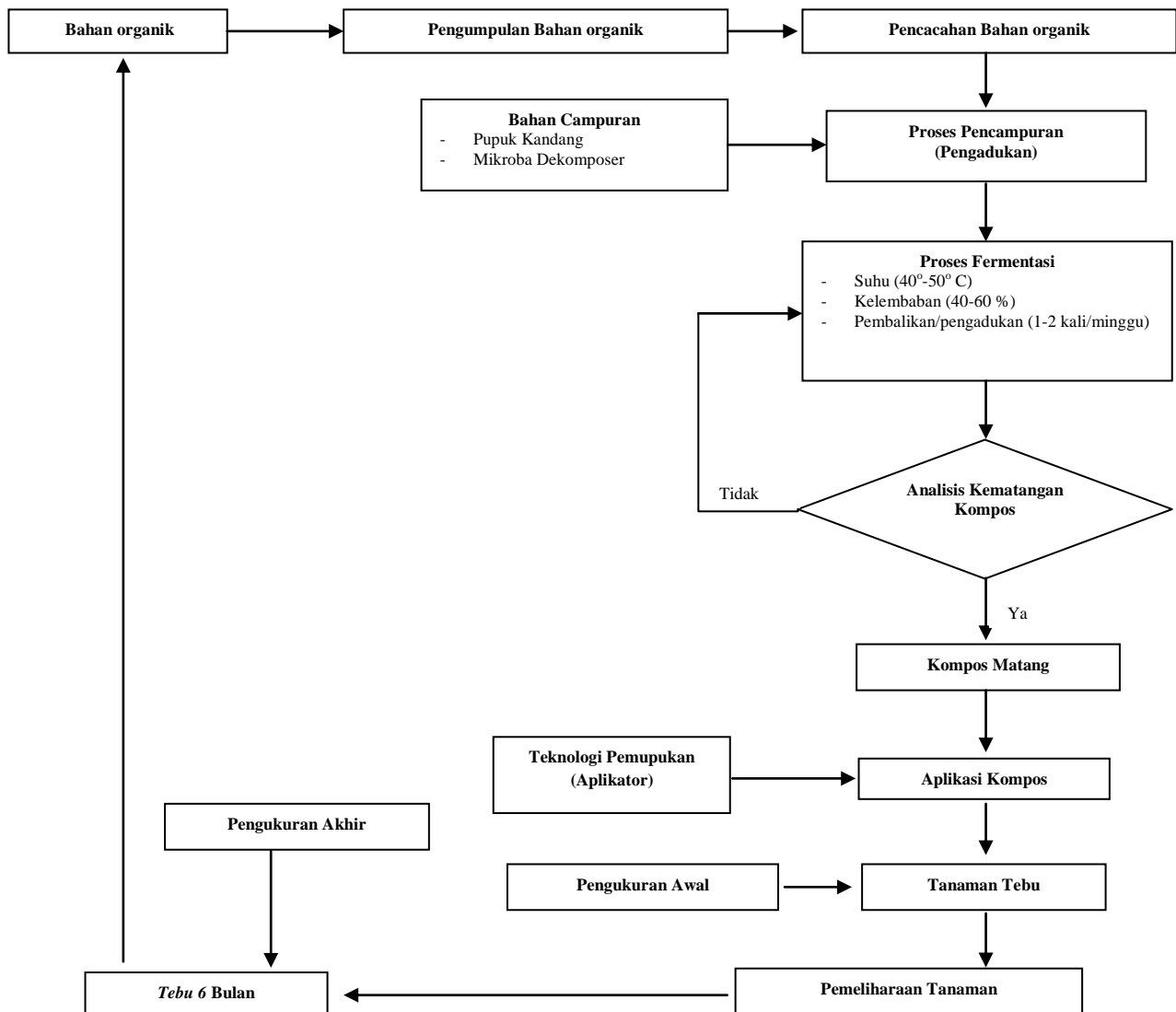


Gambar 1. Aplikator Kompos Untuk Tanaman Tebu Lahan Kering

Analisis Dampak Aplikasi Serasah Tebu

1. Sifat Kimia, Fisik dan Mekanik Tanah
Sifat kimia, fisik dan mekanik tanah diukur 2 kali. Pertama, setelah pembersihan lahan dan kedua, setelah 6 bulan aplikasi pupuk organik. Adapun parameter yang diukur adalah kandungan bahan organik, kadar air tanah, dan *bulk density*.
2. Pertumbuhan Tanaman Tebu
Pertumbuhan tanaman tebu diamati setiap bulannya, dengan mengukur tinggi tanaman dan diameter tanaman.

Tahapan Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air Tanah di Lahan

Tabel 1. Kadar Air Tanah Awal pada Penelitian

No	Kedalaman (cm)	Kadar Air (%)					
		K05 1	K05 2	K05 3	K15 1	K15 2	K15 3
1	0-10	33,175	31,660	34,221	33,354	30,478	28,123
2	10-20	38,345	32,887	43,084	32,285	30,485	35,050
3	20-30	37,214	30,376	44,158	36,674	27,913	33,596

Sumber : Data primer setelah diolah, Jurusan Teknologi Pertanian, 2014.

Hasil penelitian menunjukkan persentase kadar air pada akhir penelitian (Tabel 2) terlihat lebih rendah jika dibandingkan dengan persentase kadar air pada keadaan awal penelitian (Tabel 1), hal ini disebabkan oleh kondisi cuaca, dimana pada saat akhir penelitian (bulan

September) terjadi musim kemarau dimana intensitas curah hujan lebih kecil dibanding pada awal penelitian (bulan Mei) yang bertepatan dengan musim hujan sehingga sangat mempengaruhi persentase kadar air tanah di lapangan.

Tabel 2. Kadar Air Tanah Akhir pada Penelitian

No	Kedalaman (cm)	Kadar Air (%)					
		K05 1	K05 2	K05 3	K15 1	K15 2	K15 3
1	0-10	14,157	13,935	13,423	12,506	15,774	14,656
2	10-20	22,394	20,919	26,580	20,918	20,004	24,130
3	20-30	25,759	25,445	22,891	21,563	27,579	21,881

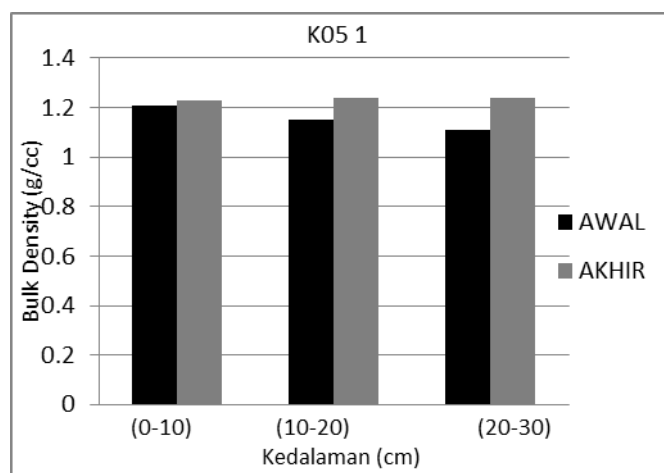
Sumber : Data primer setelah diolah, Jurusan Teknologi Pertanian, 2014.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian bahan organik berupa kompos cukup pengaruh terhadap persentase kadar air. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4 dimana perubahan kadar air terkecil adalah 0.334 % pada petak yang menggunakan kompos (K15 2 dengan dosis 250 kg) dengan kedalaman 20-30 cm dan memiliki perubahan kadar air rata-rata terkecil yaitu 8,5 %, sedangkan petak yang mengalami perubahan kadar air terbesar yaitu petak tanpa kompos (K05 3) dengan nilai rata-rata 19,5 %.

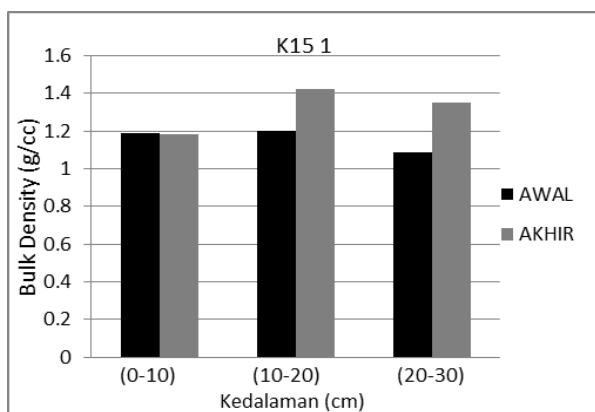
Bulk Density (Bobot Isi Tanah)

Lintasan traktor memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai *bulk density* tanah baik pada petak yang diberi kompos (K15) maupun tidak diberi kompos (K05), dimana lintasan traktor akan menyebabkan pemadatan tanah sehingga akan meningkatkan nilai *bulk density* tanah. Lintasan traktor berpengaruh terhadap nilai *bulk density*, terutama pada kedalaman 10-20 cm dan 20-30 cm. Perubahan terkecil nilai terjadi pada petak dengan pemberian kompos (K15 3 dengan dosis 350 kg) pada kedalaman 10-20 cm dengan peningkatan sebesar 0.14 g/cm³, sedangkan perubahan nilai *bulk density* terbesar terjadi pada petak K05 3 (tanpa kompos) pada

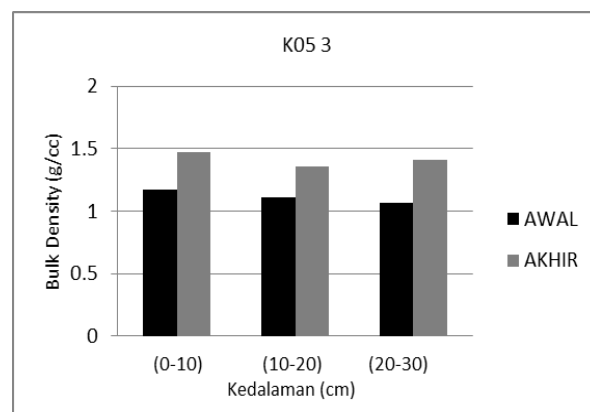
kedalaman 20-30 cm dengan peningkatan sebesar 0.35%. Peningkatan nilai *bulk density* ini juga disebabkan oleh perubahan kadar air tanah akibat musim kemarau. ini sesuai dengan yang dikemukakan Harris (1971) bahwa peningkatan nilai *bulk density* kemungkinan ada 4 hal yang terjadi yaitu (1) pemampatan partikel padatan (2) pemampatan cairan dan gas di dalam ruang pori (3) perubahan kandungan cairan dan gas di dalam ruang pori dan (4) perubahan susunan partikel padatan.



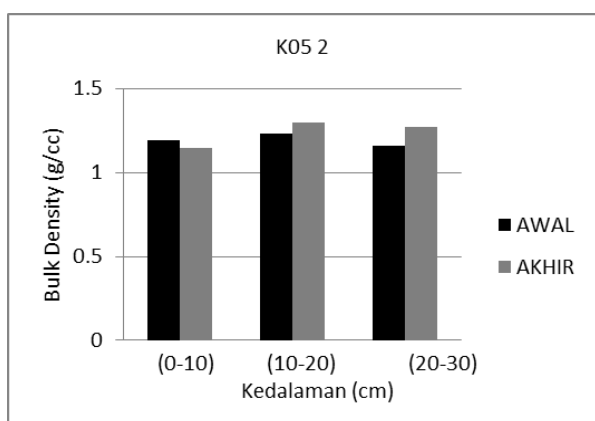
Gambar 3. Nilai *Bulk Density* pada Petak K05 1



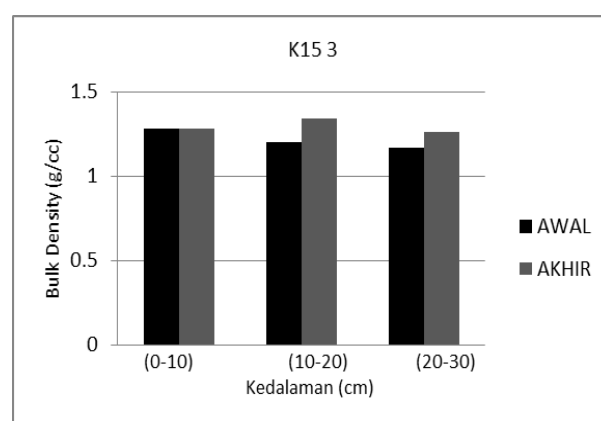
Gambar 4. Nilai *Bulk Density* pada Petak K15 1



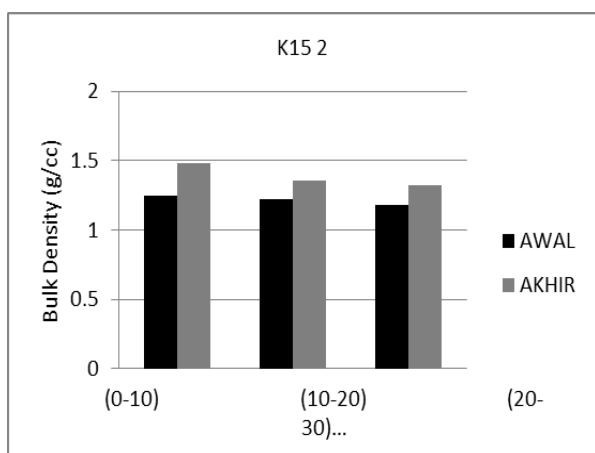
Gambar 7. Nilai *Bulk Density* pada Petak K05 3



Gambar 5. Nilai *Bulk Density* pada Petak K05 2



Gambar 8. Nilai *Bulk Density* pada Petak K15 3



Gambar 6. Nilai *Bulk Density* pada Petak K15 2

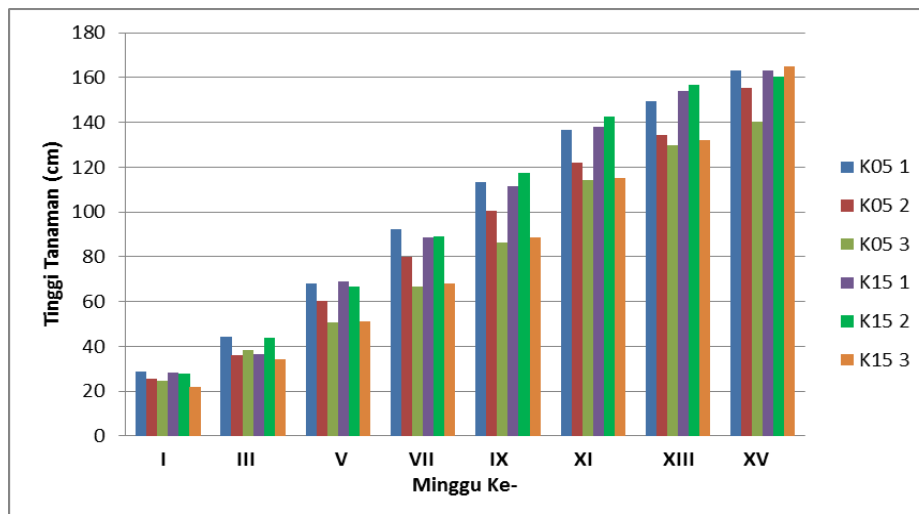
Pemberian bahan organik berupa kompos diharapkan dapat memperkecil nilai *bulk density*. Pada penelitian ini diperoleh hasil bahwa pengaruh perlakuan pemberian bahan organik berupa kompos tidak terlalu memberikan pengaruh yang besar terhadap nilai *bulk density* (bobot isi tanah). Hanya beberapa sampel yang mengalami penurunan nilai *bulk density*. Hal ini terlihat pada Gambar 3 (K15 1 dengan dosis 150 kg) dan Gambar 8 (K15 3 dengan dosis 350 kg), yang menunjukkan perubahan nilai *bulk density* kedalaman 0-10 cm mengalami penurunan nilai sebesar 0.008 g/cm³ dan 0.004 g/cm³. Hal ini sesuai dengan Charles (2003) yang menyatakan bahan organik dapat memperbaiki struktur tanah dan menurunkan *bulk density*. Faktor yang paling berpengaruh terhadap nilai *bulk density* pada penelitian ini adalah kadar air, dimana terlihat perbedaan yang jelas antara awal dan akhir penelitian. Nilai *bulk density* meningkat seiring dengan berkurangnya kadar air tanah akibat perubahan musim, dari musim hujan ke musim kemarau.

Pertumbuhan Tanaman Tebu

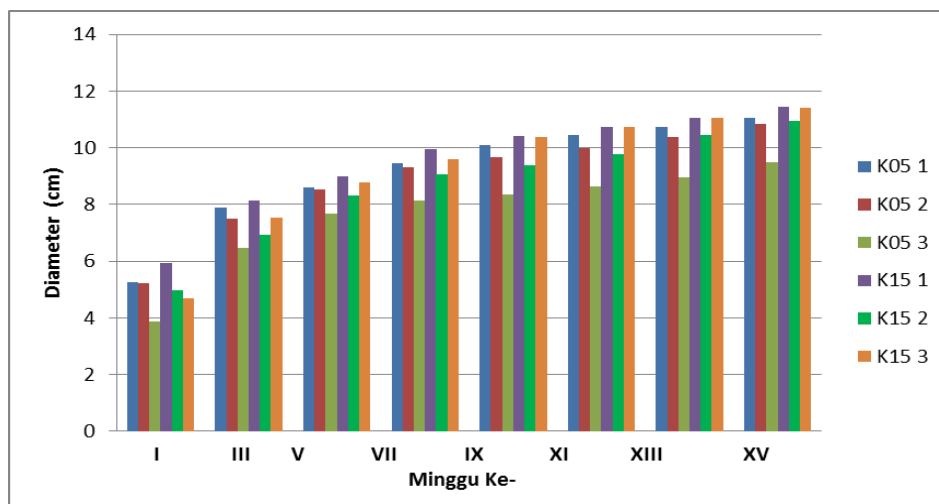
Pemadatan tanah sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman tebu, pemadatan tanah akan meningkatkan nilai *bulk density* tanah, sehingga infiltrasi air kedalam tanah akan berkurang, selain itu tanah yang padat juga akan menyebabkan sulitnya akar untuk melakukan penetrasi kedalam tanah, hal ini sesuai dengan Raghavan (1978 dalam Lavoie 1991) yang menyatakan bahwa pertambahan nilai *bulk density* tanah dapat menghambat penetrasi akar ke dalam tanah, mengurangi ketersediaan udara dan mengurangi infiltrasi air ke dalam tanah sehingga mengurangi produksi tanaman.

Pemberian bahan organik cukup memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman tebu. Rata-rata pertumbuhan tanaman tebu yang diberi kompos lebih baik daripada yang tidak

diberi kompos dari aspek pertumbuhan tinggi dan diameter batang. Hal ini terlihat pada perubahan tinggi tanaman dan diameter tanaman pada sampel K15 (dengan kompos) lebih baik jika dibandingkan dengan sampel K05 (tanpa kompos), sampel tanaman yang memiliki pertumbuhan yang paling baik yaitu K15 3 (dengan dosis 350 kg) dengan pertambahan tinggi tanaman 143.12 cm dan diameter 6.74 cm dalam 15 minggu.



Gambar 9. Grafik Tinggi Tanaman Tebu Selama 15 Minggu



Gambar 10. Grafik Diameter Tanaman Tebu Selama 15 Minggu

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1980. *Pedoman Pelaksanaan Proyek Perkebunan Produksi Perkebunan*. Buku VII. Departemen Pertanian Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta.
- Anonim. 2008. *Profil Pabrik Gula Takalar PTPN XIV (Persero)*. Makassar. Sulawesi Selatan.
- Armansyah. 2002. Analisis Tahanan Gelinding (Rolling Resistance) Roda Traksi dengan Metode Uji Roda Tunggal pada Bak Tanah (Soil Bin). [Skripsi]. IPB. Bogor.
- ASAE standart. 1998. *Standart Engineering Practices Data 45th ed.* USA.
- Bainier R, Kepner RA, and Barger EL. 1978. *Principles of Farm Machinery*. New York: John Wiley and Sons Inc.
- De Gauss, Jan G, 1973. *Fertilizer Guide*. Centre d'utede de l'azote. Zurich.
- Herodian Sam, Saiful Azis, Ramayanti Bulan. 2007. *Optimasi Letak Roda Trailer Dan Titik Gandeng Pada Sistem Gandeng Weight Transfer*. Prosiding Seminar Perteta. Makassar, 3-5 Agustus 2007. Pp 1-15.

- Hunt Donnell. 1995. Farm Power and Machinery Management 9th ed. IOWA State University Press. USA.
- Mayhew RD. 2004. Agricultural Implement Drivelines. Weasler Engineering Inc. West Bend, Wisconsin USA.
- Notoyuwono A. 1970. *Berkebun Tebu Lengkap*. Jilid 2. BPU-PPN Gula. Surabaya.
- Soepardiman. 1983. *Bercocok Tanam Tebu*. Lembaga Pendidikan Perkebunan. Yogyakarta.
- Srivastava AK, Carroll EG, Roger PR, Dennis RB. 2006. *Engineering Principle of Agricultural Machine 2nd ed*. ASAE Textbook Number 6 Published by American Society of Agricultural Engineers
- Toharisman, A. 1991. *Pengelolaan Tebu Berkelanjutan*. Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI). Pasuruan.

PENERAPAN METODE MOCK UNTUK MENGHITUNG DEBIT ANDALAN DAS PAPPa KABUPATEN TAKALAR

Kasmawati K¹, Suhardi² dan Haerani²

¹Alumni Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian, Unhas Makassar

²Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian, Unhas Makassar

Abstract

Project planning in water resource engineering (for example water electricity generator, drink water, and irrigation) requires dependable discharge data. This data is used as available planning discharge to estimate irrigation area. However, usually there is a problem in discharge data collection due to field difficulty which leads to un-continuity in discharge data. It is hoped that the used of Mock method can predict discharge data, thus it will be enough to determine dependable discharge. This research aims to find out discharge data and dependable discharge data in Pappa River. This is done by collecting secondary data from Ministry of Public Works – Water Resource Management Division of South Sulawesi and Takalar Public Works Agency. The data consists of rainfall data, temperature, sunlight radiation, humidity, wind speed, vapor pressure, and Pappa Watershed characteristics. Dependable discharge is determined through Weibul method. Calibration results of calibration coefficient value (if) and land water recession (k) are 0.9 and 0.1 in sequence. Using these results, the 10 days Pappa River discharge is calculated which results in between 1.19 and 88.750 m³/s. Dependable discharge of Pappa Watershed by using Weibul method with 80% probability is around 0.52 – 40.81 m³/s.

Key words: DAS Pappa, Mock method, dependable discharge.

PENDAHULUAN

Sungai Pappa terletak di Kabupaten Takalar memiliki panjang kurang lebih 15 km ke muara dan lebar rata-rata 100 m. Bagian hulu Sungai Pappa terletak di Kelurahan Moncongkomba dan bagian hilir terletak di Kelurahan Tepijawa. Pada alur sungai, bagian hulunya terdapat bebatuan sedangkan hilirnya berpasir dan berlumpur. DAS Pappa memiliki potensi air permukaan serta air tanah yang sebagian telah dikelola, sisanya masih dalam tahap kajian. Sekarang ini pemerintah setempat sedang berencana untuk membangun bendung karet dan waduk singga pada Sungai Pappa. Dalam perencanaan tersebut dibutuhkan data debit andalan (*dependable discharge*). Debit andalan ini digunakan sebagai debit perencanaan yang diharapkan tersedia untuk memperkirakan luas daerah irigasi.

Analisis debit andalan dapat langsung dilakukan dengan menggunakan metode statistik. Namun pengumpulan data debit seringkali bermasalah karena kondisi lokasi yang tidak memungkinkan sehingga menyebabkan tidak kontinunya data debit. Dengan adanya pertimbangan tersebut maka diperlukan suatu metode untuk menduga besar debit sungai.

Pada penelitian ini, metode yang dianggap tepat diterapkan dalam menghitung debit Sungai Pappa adalah metode Mock. Ada dua alasan mendasar pemilihan metode Mock, pertama, Sulawesi tergolong memiliki intensitas curah hujan yang tinggi sampai sedang sehingga metode Mock sangat tepat diterapkan di daerah tersebut. Kedua, metode Mock dikembangkan di Indonesia didasarkan pada fenomena alam yang terjadi di Indonesia. Oleh karena itu penerapannya dianggap mudah, serta menggunakan data yang relatif sedikit dalam menghitung debit. Dengan metode

ini, besarnya aliran dari data curah hujan, karakteristik hidrologi daerah pengaliran dan evapotranspirasi dapat dihitung (Kadir, 2010).

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui besar debit aliran Sungai Pappa dan debit andalan.

Kegunaan dari penelitian diharapkan menjadi bahan informasi yang dapat digunakan untuk mengetahui ketersediaan air sungai dalam rangka pengembangan sumber daya air.

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret-April 2012, bertempat di DAS Pappa Kabupaten Takalar.

Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini dilakukan melalui pengumpulan data yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum, Sub Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air, Sub Seksi Hidrologi Propinsi Sulawesi Selatan dan Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Takalar. Data tersebut meliputi :

1. Perhitungan debit andalan membutuhkan data debit selama 18 tahun terakhir.
2. Perhitungan debit membutuhkan data curah hujan, jumlah hari hujan, evapotranspirasi, dan luas Daerah Aliran Sungai.
3. Perhitungan evapotranspirasi membutuhkan data temperatur, radiasi matahari, kelembaban, kecepatan angin, dan tekanan uap.

Metode Penelitian

Metode penelitian dilaksanakan dengan melakukan pengumpulan data berupa data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait.

Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini digunakan data debit 10 (sepuluh) harian dan data curah hujan 10 harian untuk menghitung debit andalan untuk keperluan irigasi dengan probabilitas 80%, yang berarti akan dihadapi resiko adanya debit-debit yang lebih kecil dari debit andalan sebesar 20%. Pengolahan data yang akan dilakukan pada penelitian ini antara lain:

- A. Menghitung debit dengan menggunakan metode Mock, rumus yang digunakan pada metode Mock yaitu:

$$Q = (DRO + BS)A \dots (1)$$

$$DRO = Ws - i \dots (2)$$

$$BS = i - GS \dots (3)$$

$$Ws = R - Ea \dots (4)$$

Dimana :

Q = Debit (m^3 /detik)

DRO = *Direct runoff* (mm/hari)

BS = *Base flow* (mm/hari)

Ws = *Water surplus* (mm/hari)

i = *Infiltrasi* (mm/hari)

GS = *Groundwater storage* (mm/hari)

R = Curah hujan (mm/hari)

Ea = *Evapotranspirasi* (mm/hari)

A = luas DAS (m^2)

Langkah-langkah pada perhitungan metode Mock sebagai berikut:

- a. Menghitung curah hujan (R)

Data curah hujan yang digunakan adalah curah hujan 10 harian selama 20 tahun terakhir yaitu tahun 1991-2010.

- Menghitung jumlah hari hujan
- Menghitung curah hujan rata-rata 10 harian dengan menggunakan metode rata-rata aljabar (*Arithmetic Mean Method*). Rumus yang digunakan

pada metode ini yaitu sebagai berikut:

$$R = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + \dots + R_n) \dots (5)$$

Di mana:

R = Curah hujan daerah (mm/hari)

N = Jumlah titik-titik pengamatan

R_1, R_2, \dots, R_n = Curah hujan di tiap titik pengamatan (mm/hari)

b. Menghitung evapotranspirasi

- Menghitung evapotranspirasi potensial
Evapotranspirasi potensial dihitung menggunakan metode Penman. Rumus yang digunakan pada metode ini yaitu:

$$Eto = (W.Rn + (1 - W)).f(u).(ea - ed) \dots (6)$$

Dimana:

Eto = Evapotranspirasi potensial (mm/hari)

c = Faktor pergantian kondisi cuaca akibat siang dan malam.

W = Faktor berat yang mempengaruhi penyinaran matahari pada evapotranspirasi potensial.

(1-W) = Faktor berat sebagai pengaruh angin dan kelembaban pada Eto.

(ea-ad) = Perbedaan tekanan uap air jenuh dengan tekanan uap air nyata (mbar).

F(u) = Fungsi pengaruh angin pada Eto, dimana u merupakan kecepatan angin rata-rata di siang hari di ketinggian 2 m.

- Menghitung evapotranspirasi aktual
Evapotranspirasi aktual dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$E = Eto \times \left(\frac{m}{20}\right) \times (18 - n) \dots (7)$$

$$Ea = Eto - E \dots (8)$$

Dimana:

Eto = Evapotranspirasi potensial (mm/hari)

Ea = Evapotranspirasi aktual (mm/hari)

N = Jumlah hari hujan dalam sebulan.

m = *exposed surface*

c. Menghitung kelebihan air (*water surplus*)

Menghitung kelebihan air (*water surplus*) dengan menggunakan persamaan 4.

d. Menghitung aliran dasar sungai (*base flow*)

Menghitung aliran dasar sungai dengan menggunakan persamaan 3.

e. Menghitung nilai infiltrasi

Menghitung nilai infiltrasi dengan menggunakan persamaan:

$$i = if \times WS \dots (9)$$

Dimana:

i = Infiltrasi (mm/hari)

if = Koefisien infiltrasi (i = 0 – 1,0)

WS = Kelebihan air (*water surplus*) (mm/hari)

f. Menghitung *groundwater storage*

Menghitung *groundwater storage* menggunakan persamaan:

$$GS = \{ 0,5 \times (1 + K) \times i \} + \{ K \times GSom \} \dots (10)$$

Dimana:

GS = Penyimpanan air tanah (*groundwater storage*) (mm/hari)

K = Konstanta resesi aliran bulanan

Gsom = *Groundwater storage* bulan sebelumnya (mm/hari)

Perubahan *groundwater storage* (ΔGS) dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\Delta GS = GS_n - GS_{n-1} \dots (11)$$

Dimana:

ΔGS = Perubahan *groundwater storage* (mm/hari)

GS_n = *groundwater storage* periode n (mm/hari)

GS_{n-1} = *groundwater storage* periode n-1 (mm/hari)

g. Menghitung limpasan permukaan (*direct runoff*).

Menghitung limpasan permukaan (*direct runoff*) dengan menggunakan persamaan 2.

h. Mengkalibrasi parameter

Parameter yang dikalibrasi pada penelitian ini yaitu koefisien infiltrasi (if) dan faktor resesi tanah (k) yang sangat dipengaruhi oleh topografi dan jenis tanah. Penentuan kedua nilai ini dilakukan dengan menguji semua koefisien pada selang nol sampai satu. Untuk mendapatkan nilai i dan k yang sesuai maka digunakan Uji MSE (*Mean Squared Error*). Nilai MSE terkecil dari i dan k yang nantinya digunakan dalam perhitungan debit sungai yang dihitung sesuai dengan persamaan:

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2} \dots \dots (12)$$

Dimana:

\hat{y}_i = rata-rata hasil perhitungan ($m^3/detik$)

y_i = rata-rata hasil pengukuran langsung ($m^3/detik$)

N = merupakan jumlah data

Pada penelitian ini debit ukur yang digunakan sebagai acuan kalibrasi yaitu debit yang telah dikonversi dari data tinggi muka air menggunakan rumus *rating curve*. Berikut adalah persamaan *rating curve*:

$$Q = 9,415 h^2 + 2,062 h - 2,482 \dots (13)$$

Dimana:

Q = Debit,

h = Tinggi muka air.

B. Menghitung debit andalan dengan menggunakan metode statistik (rangking) dengan probabilitas 80%:

Langkah-langkah untuk menghitung debit andalan yaitu sebagai berikut:

- Mengurutkan seri data debit dari urutan besar ke kecil
- Merangking data mulai dari rangking pertama ($m=1$) untuk data yang paling besar dan seterusnya
- Membuatkan kolom plotting dengan rumus weibul:

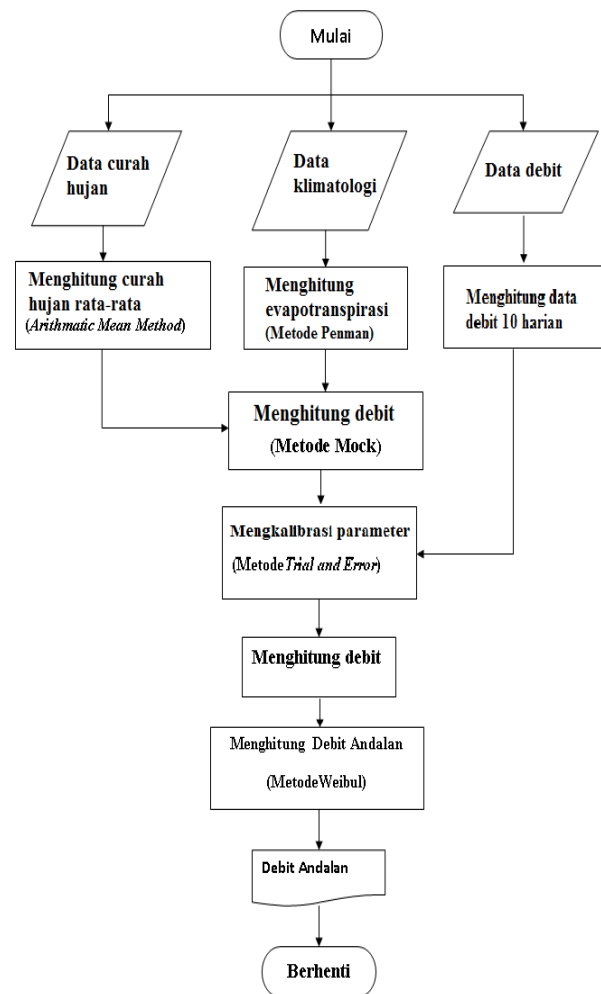
$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\% \dots \dots \dots (14)$$

Dimana :

P = peluang (%)

m = nomor urut data

n = jumlah data



Gambar 1. Grafik Alir Metode Penelitian

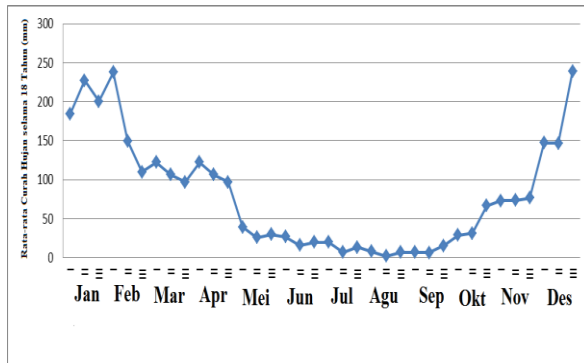
HASIL DAN PEMBAHASAN

Keadaan Umum Lokasi

Luas DAS Pappa adalah 389 km^2 . Sungai Pappa yang mengalir dari timur hingga ke barat sepanjang 13,8 km. Hulu DAS Pappa berada pada Sungai Pammukulu yang mempunyai ketinggian ± 750 m di atas permukaan air laut yang terletak di Kabupaten Gowa. Daerah Pengaliran Sungai Pappa sebagian besar berada pada medan dengan topografi bergelombang, berbukit bergelombang, berbukit sangat tajam dengan kemiringan sedang sampai terjal, sedangkan pada daerah hilir merupakan pertemuan antara sungai Dingau dan sungai Pamukkulu dengan kemiringan landai.

Hasil Perhitungan Curah Hujan

Hasil perhitungan curah hujan rata-rata 10 harian dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini:



Gambar 2. Grafik Curah Hujan Rata-rata Setiap Bulan Selama 18 tahun

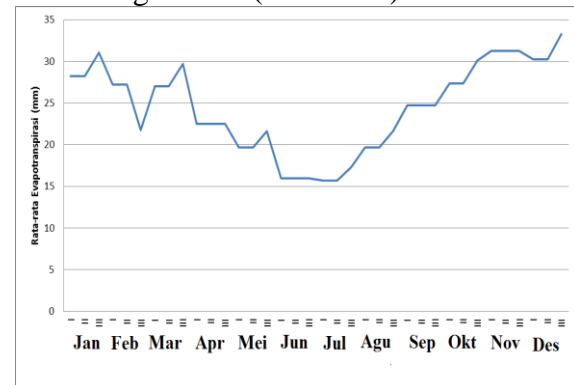
Gambar 2 memperlihatkan bahwa pada bulan Januari curah hujan cukup tinggi, namun turun secara tajam di bulan Pebruari, kemudian cenderung stabil di bulan Maret hingga April, sebelum akhirnya turun drastis di bulan Mei. Penurunan curah hujan terus terjadi secara perlahan-lahan hingga bulan Agustus. Pada bulan September, curah hujan perlahan mulai meningkat, hingga meningkat tajam, pada bulan Desember. Data menunjukkan bahwa curah hujan cukup tinggi pada awal dan akhir tahun sedangkan pada pertengahan tahun curah hujan cukup rendah.

Hasil Perhitungan Evapotranspirasi

Perhitungan evapotranspirasi aktual dihitung dengan menggunakan metode Penman. Selanjutnya, hasil perhitungan evapotranspirasi setiap bulannya dalam tiga periode (10 harian), mulai dari tahun 1993 hingga tahun 2010 dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3 memperlihatkan bahwa pada awal dan akhir tahun nilai evapotranspirasi cenderung lebih tinggi dibandingkan pertengahan tahun. Data tersebut memperlihatkan kesamaan dengan data curah hujan dimana pada pertengahan

tahun grafik curah hujan rata-rata cenderung rendah (Gambar 2).

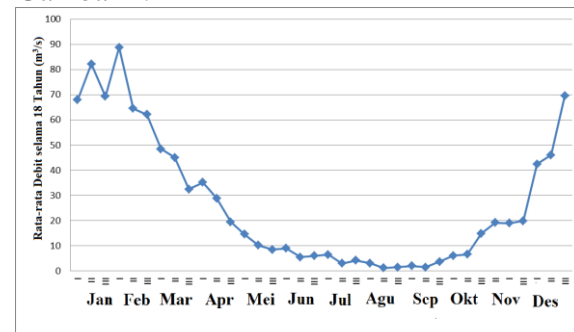


Gambar 3. Grafik Hasil Perhitungan Evapotranspirasi Aktual (mm/10 hari) Setiap Bulannya Selama 18 Tahun

Hal ini sesuai dengan pernyataan Bapenas (2006) yang menyatakan bahwa faktor penting yang mempengaruhi evapotransporasi potensial adalah tersedianya air yang cukup banyak. Jika jumlah air selalu tersedia secara berlebihan dari yang diperlukan oleh tanaman selama proses transpirasi, maka jumlah air yang ditranspirasikan relatif lebih besar dibandingkan apabila tersedianya air di bawah keperluan.

Hasil Perhitungan Debit

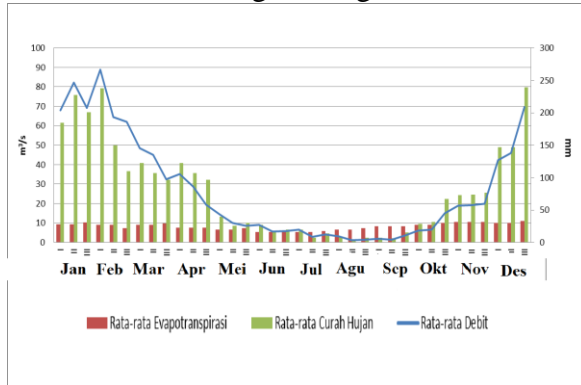
Perhitungan debit dihitung dengan menggunakan metode Mock. Selanjutnya, untuk melihat rata-rata debit selama 18 tahun setiap bulan dalam tiga periode (setiap 10 hari) dapat diamati pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Rata-rata Debit Selama 18 Tahun

Gambar 4 memperlihatkan bahwa rata-rata debit pada bulan Januari hingga awal Pebruari cukup tinggi, namun

kemudian mengalami penurunan pada pertengahan bulan Februari hingga Mei. Selanjutnya debit turun secara perlahan hingga bulan Agustus. Pada bulan September, debit mulai mengalami peningkatan yang terus meningkat secara tajam hingga bulan Desember. Data menunjukkan bahwa pada pertengahan tahun rata-rata debit cenderung menurun, sedangkan pada awal dan akhir tahun rata-rata debit cenderung meningkat.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Rata-rata Curah Hujan, Debit, dan Evapotranspirasi.

Berdasarkan gambar 5 diatas, rata-rata curah hujan 10 harian selama 18 tahun (1993-2010) berkisar antara 2,26 – 239,19 mm sedangkan rata-rata nilai evapotranspirasi berkisar 15,70 – 33,26 mm. Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode Mock yang menggunakan data curah hujan dan evapotranspirasi didapat hasil nilai debit yang berkisar antara 1,19 – 88,75 m³/s. Dapat dilihat pada grafik diatas menunjukkan bahwa data debit berbanding lurus dengan data curah hujan dimana nilai rata-rata curah hujan tinggi pada awal dan akhir tahun, seperti halnya data debit yang juga tinggi pada awal dan akhir tahun.

Hasil Perhitungan Kalibrasi

Pada perhitungan menggunakan metode Mock, perlu dilakukan kalibrasi terhadap nilai koefisien infiltrasi (if) dan faktor resesi air tanah (k) yang sangat dipengaruhi oleh topografi dan jenis tanah. Nilai MSE terkecil dari if dan k yang nantinya akan digunakan dalam

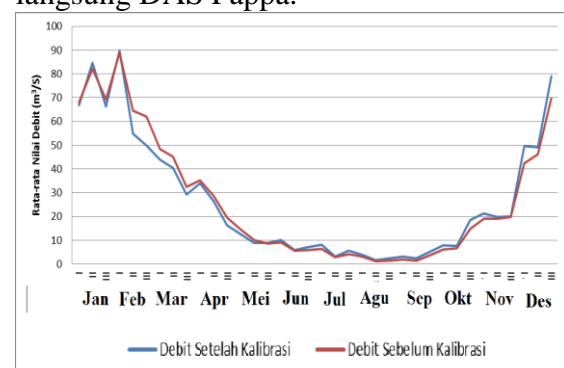
perhitungan debit sungai. Setelah dilakukan perhitungan uji MSE (*Mean Square Error*) maka nilai i dan k dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Tabel Nilai MSE DAS Pappa pada beberapa kombinasi if dan k

k	if								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.1	4.894	4.896	4.898	4.900	4.901	4.900	4.902	4.898	4.890
0.2	4.903	4.907	4.911	4.914	4.917	4.914	4.918	4.911	4.895
0.3	4.912	4.918	4.924	4.929	4.933	4.929	4.934	4.924	4.900
0.4	4.921	4.929	4.937	4.944	4.950	4.944	4.951	4.938	4.905
0.5	4.930	4.940	4.950	4.958	4.966	4.958	4.968	4.951	4.909
0.6	4.940	4.951	4.963	4.973	4.988	4.973	4.984	4.964	4.914
0.7	4.949	4.962	4.976	4.988	4.998	4.988	5.001	4.977	4.919
0.8	4.958	4.973	4.989	5.003	5.015	5.003	5.017	4.990	4.924
0.9	4.967	4.984	5.002	5.018	5.031	5.018	5.034	5.004	4.929

Sumber: Data Primer setelah Diolah, 2011

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai MSE terkecil adalah 4,890. Nilai MSE terkecil tersebut jika if 0,1 dan k 0,9. Selanjutnya, untuk melihat hasil rata-rata debit setelah kalibrasi dan perbandingannya dengan debit sebelum kalibrasi selama 18 tahun, dapat dilihat pada gambar 6. Debit ukur dalam perhitungan ini adalah debit yang diperoleh dari data tinggi muka air yang dikonversi menjadi data debit dengan menggunakan *rating curve*. Debit ukur tersebut digunakan sebagai acuan kalibrasi karena tidak tersedianya data debit ukur langsung DAS Pappa.



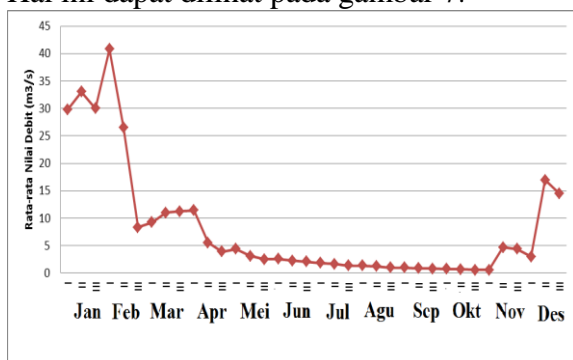
Gambar 6. Grafik Nilai Rata-rata Debit setelah Kalibrasi dan Sebelum Kalibrasi selama 18 Tahun (1993-2010) setiap Bulan dalam Tiga Periode (10 harian)

Gambar 6 memperlihatkan bahwa grafik antara debit sebelum dan sesudah kalibrasi cenderung sama. Nilai rata-rata

Debit sebelum kalibrasi berkisaran antara 1,19-88,75 m³/s, sedangkan nilai rata-rata sesudah kalibrasi berkisaran antara 1,60-89,84 m³/s. Kedua nilai debit tersebut relatif sama karena nilai MSE sebelum dan sesudah kalibrasi menunjukkan nilai yang tidak jauh berbeda. Nilai MSE sebelum kalibrasi adalah 4,944, sedangkan nilai MSE setelah kalibrasi adalah 4,890. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode Mock nilai debit sebelum kalibrasi berkisar 0,00-268,51 m³/s sedangkan setelah kalibrasi berkisar 0,44-334,06 m³/s.

Hasil Perhitungan Debit Andalan

Debit andalan dihitung dengan menggunakan metode Weibul dimana setelah didapat data debit hasil perhitungan dengan menggunakan metode Mock, data debit tersebut kemudian dirangking dari yang terbesar hingga yang terkecil kemudian dicari debit andalan untuk irigasi dengan probabilitas sebesar 80%. Nilai 80% pada perhitungan ini bukan merupakan nilai persentase dari nilai debit yang dihasilkan. Debit andalan 80% berarti akan dihadapi resiko adanya debit-debit lebih kecil dari debit andalan sebesar 20%. Hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa debit andalan adalah ketersediaan air di sungai yang melampaui atau sama dengan suatu nilai yang keberadaanya dikaitkan dengan presentasi waktu atau kemungkinan terjadinya (Anonim, 2009). Hal ini dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik Nilai Debit Andalan Das Pappa dengan Nilai Probabilitas 80%

Gambar 7 memperlihatkan bahwa debit andalan terbesar pada bulan Pebruari periode I sebesar 40,81 m³/s sedangkan debit andalan terkecil pada bulan Oktober periode III sebesar 0,52 m³/s. Data debit andalan pada bulan Oktober meningkat secara signifikan hingga bulan Februari, namun debit andalan di bulan Pebruari menurun secara drastis hingga bulan April dimana debit andalan pada bulan Pebruari sebesar 40,81 m³/s turun hingga 11,39 m³/s. Pada bulan Mei data debit menurun secara perlahan-lahan hingga bulan Oktober dimana debit pada bulan Mei hingga Oktober mempunyai nilai rata-rata di bawah 5 m³/s.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Nilai debit DAS Pappa menggunakan metode Mock dari tahun 1993-2010 berkisar antara 1,19 – 88,75 m³/s dengan nilai koefisien infiltrasi (if) sebesar 0,9 dan faktor resesi air tanah (k) sebesar 0,1.
2. Nilai debit andalan DAS Pappa menggunakan metode Weibul dengan probabilitas 80% berkisar antara 0,52-40,81 m³/s

Saran

Penelitian pendugaan debit sungai sebaiknya dilakukan kalibrasi dan validasi terhadap semua parameter. Hal ini dimaksudkan agar nilai debit hasil pendugaan mendekati debit ukur.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2009. *Sumber Daya Air di Indonesia*.
<http://atlasnasional.bakosurtanal.go.id>. Diakses tanggal 2 februari 2012.

Kadir R., 2010. *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) di Sungai Marimpa*

Kecamatan Pinembani. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Tadulako: Palu.

MEMPELAJARI HUBUNGAN ANTARA KONDISI PENYIMPANAN DAN KADAR AIR AWAL BIJI KAKAO (*Theobroma cacao* L) DENGAN SUSUT BOBOT SELAMA PENYIMPANAN

Khairunnisa¹⁾ Salengke²⁾ dan Supratomo²⁾

¹⁾ Alumni Program Studi Keteknikan Pertanian Fakultas Pertanian, Unhas

²⁾ Staf Pengajar Program Studi Keteknikan Pertanian Fakultas Pertanian, Unhas

ABSTRAK

Komoditas kakao memegang peran penting dalam perekonomian nasional dan merupakan komoditas andalan Kawasan Timur Indonesia (KTI) khususnya daerah Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, dan Sulawesi Selatan. Penanganan pascapanen yang dilakukan dapat mengurangi tingkat kehilangan atau kuantitas (susut bobot) dari biji kakao. Salah satu aspek dalam penanganan pascapanen adalah penyimpanan. Sampel biji kakao yang disimpan terdiri dari 12 kombinasi perlakuan yaitu 3 level fermentasi, 2 level kadar air (tanpa fermentasi dengan kadar air 7 dan 10 % bb, fermentasi 3 hari dengan kadar air 7 dan 10 % bb, dan fermentasi 5 hari dengan kadar air 7 dan 10 % bb), 2 level jenis kemasan (karung goni dan plastik kedap udara) dengan berat masing-masing 2500 gram. Berdasarkan dari hasil analisa statistik menggunakan SPSS diperoleh bahwa variasi kondisi penyimpanan (biasa, sirkulasi, AC 25 dan 20°C) mempengaruhi perubahan susut bobot biji kakao yang berbeda-beda setiap penyimpanan. Tidak ada perbedaan rata-rata susut bobot dari setiap sampel biji kakao. Namun, penyimpanan biji kakao kadar air awal 7% lebih baik daripada kadar air awal 10%, karena perubahan susut bobot dengan kadar air awal 7% relatif lebih konstan dibandingkan biji kakao dengan kadar air awal 10%. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa perubahan susut bobot biji kakao selain dipengaruhi oleh suhu, juga dipengaruhi oleh kelembaban (RH). Perubahan susut bobot ini menyebabkan adanya aktifitas biji terhadap udara lingkungan. Aktifitas yang dimaksudkan perlu diperhatikan agar tingkat kehilangan (susut bobot) sehingga tidak mempengaruhi kualitas biji kakao.

Kata kunci: *Biji Kakao, Susut Bobot, Penyimpanan, Kadar Air, Kelembaban*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara penghasil kakao terbesar ketiga di dunia. Biji kakao merupakan salah satu komoditas pertanian yang berperan penting bagi perekonomian negara dan sumber pendapatan petani. Perluasan areal kakao yang terus dilakukan harus diikuti dengan penanganan pascapanen yang memadai (Wahyudi, 2008).

Komoditas kakao memegang peranan penting dalam perekonomian nasional dan merupakan komoditas andalan Kawasan Timur Indonesia (KTI) khususnya daerah Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, dan Sulawesi Selatan. Sebagai komoditas terpenting ketiga setelah karet dan kelapa sawit, kakao merupakan salah satu sumber

utama pendapatan petani di 30 propinsi yang menyediakan lapangan kerja dan sumber pendapatan bagi 900 ribu kepala keluarga petani di KTI (Nida dkk, 2004). Selain itu, kakao mampu mendorong pengembangan wilayah dan agroindustri. Namun, pengembangan perkebunan kakao nasional belum mencapai tingkat optimal. Hal ini disebabkan oleh beberapa kendala di antaranya penurunan produktivitas tanaman kakao akibat kurang perawatan dan serangan hama, serta rendahnya mutu biji kakao yang belum sesuai dengan ketentuan yang dipersyaratkan.

Berdasarkan dari uraian sebelumnya, penelitian ini dimaksudkan untuk mempelajari pengaruh cara penyimpanan terhadap susut bobot biji kakao. Parameter yang digunakan yaitu kondisi penyimpanan

(suhu, kelembaban dan sirkulasi udara pada ruang penyimpanan) kondisi awal dari biji kakao seperti kadar air awal dan tingkat fermentasi.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mempelajari hubungan antara kondisi penyimpanan dan kadar air awal biji kakao dengan susut bobot selama penyimpanan. Penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi tentang kondisi penyimpanan yang optimal yang dapat meminimalkan susut bobot. Secara spesifik, penelitian ini akan menghasilkan informasi tentang hubungan antara kondisi penyimpanan (suhu, RH, dan sirkulasi udara dalam ruang penyimpanan) dan kondisi awal biji (kadar air awal dan tingkat fermentasi) dengan tingkat susut bobot selama penyimpanan.

Hasil penelitian diharapkan dapat digunakan sebagai dasar dalam perancangan sistem penyimpanan biji kakao serta membantu para prosesor dalam negeri dan para eksportir dalam mengantisipasi tindakan yang diperlukan agar tidak terjadi penurunan kuantitas (susut bobot) dan kualitas biji kakao selama penyimpanan.

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September sampai Desember 2013 di ruang penyimpanan gedung Teaching Industry, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu 4 kotak penyimpanan dengan perlakuan suhu yang berbeda, karung goni, plastik kedap udara (ukuran 25x35 cm dan tebal 0.03 mm), alat tulis dan kamera sebagai media pengambilan gambar kegiatan.

Bahan yang digunakan yaitu biji kakao seberat 2500 gram untuk setiap kemasan yang diperoleh dari Desa Benteng

Palioi, Kecamatan Kindang, Kabupaten Bulukumba, Provinsi Sulawesi Selatan.

Parameter Penelitian

Parameter perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- Perlakuan fermentasi (tanpa fermentasi, fermentasi 3 hari, dan fermentasi 5 hari)
- Kadar air awal biji (7 dan 10 persen basis basah)
- Suhu penyimpanan (20°C, 25°C, dan suhu ruang)
- Jenis kemasan (karung goni dan plastik kedap udara)
- Lama penyimpanan (pengamatan secara periodik setiap minggu hingga 3 bulan).

Parameter yang diamati/diukur selama penelitian meliputi: suhu, RH (kelembaban), dan susut bobot.

Prosedur Penelitian

Prosedur kerja penelitian ini yaitu :

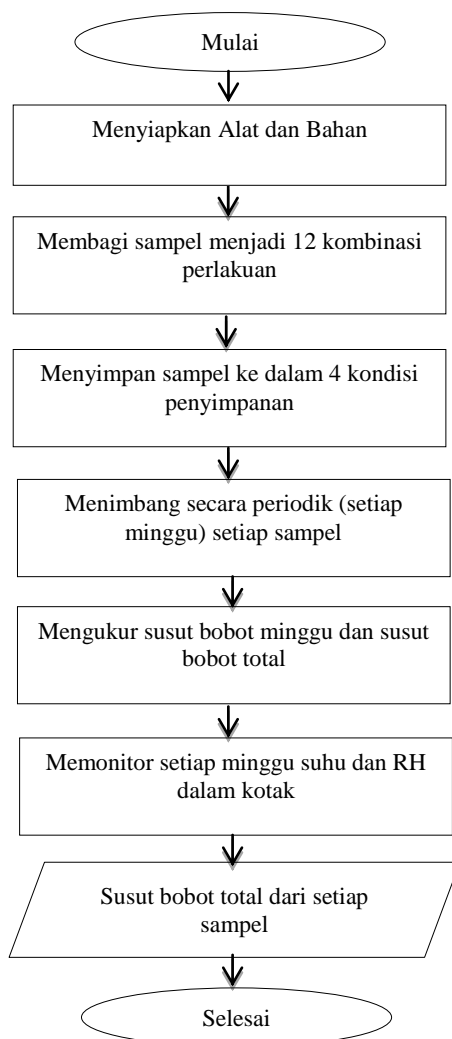
- Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan.
- Membagi biji kakao dari 12 kombinasi perlakuan yaitu 3 level fermentasi, 2 level kadar air (tanpa fermentasi dengan kadar air 7 dan 10 % bb, fermentasi 3 hari dengan kadar air 7 dan 10 % bb, dan fermentasi 5 hari dengan kadar air 7 dan 10 % bb), 2 level jenis kemasan (karung goni dan plastik kedap udara) dan 2 perlakuan pengulangan dengan berat masing-masing 2,5 kg.
- Menyimpan masing-masing sampel tersebut pada 4 kondisi penyimpanan.
- Menimbang secara periodik (setiap minggu) setiap sampel.
- Mengukur susut bobot setiap minggu dan susut bobot total (susut bobot hingga minggu ke t) kemudian dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Susut bobot}_{\text{minggu}} = \frac{\text{Berat}_{t-1} - \text{Berat}_t}{\text{Berat}_{t-1}} \times 100\%$$

$$\text{Susut bobot}_{\text{total}} = \frac{\text{Berat}_{\text{awal}} - \text{Berat}_t}{\text{Berat}_{\text{awal}}} \times 100\%$$

6. Pada persamaan di atas, $Berat_{t-1}$ adalah berat sampel pada minggu ke t-1 dan $Berat_t$ adalah berat sampel pada minggu ke t.
7. Melakukan monitor setiap hari/minggu suhu dan RH lingkungan dengan menggunakan sensor suhu (*thermocouple probes*) dan sensor RH.

Diagram Alir

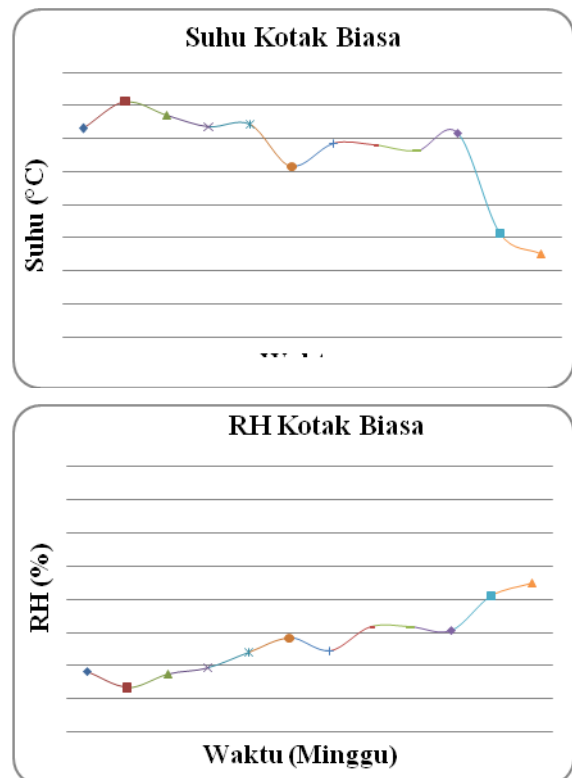


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Kotak Penyimpanan

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran suhu dan RH dengan menggunakan sensor, seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.

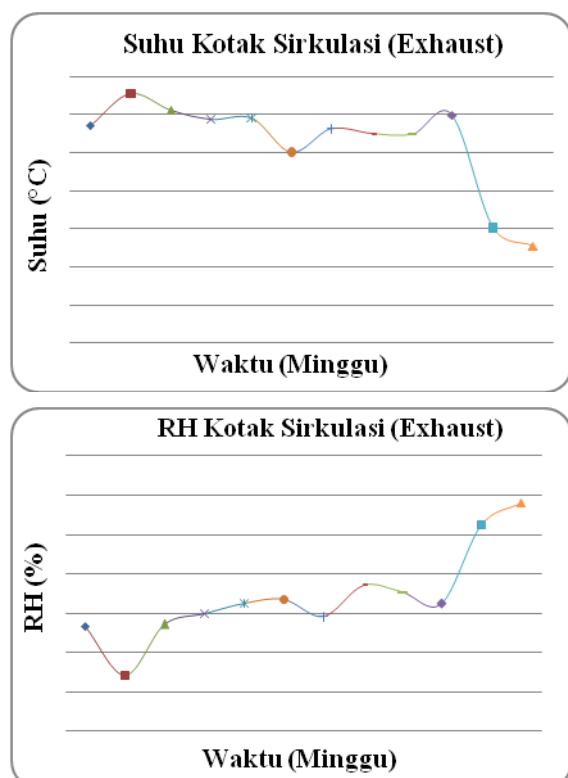


Gambar 2. Hasil Pengukuran RH dan Suhu Pada Kotak Penyimpanan Biasa

Pada Gambar 2 untuk pengukuran suhu pada kotak penyimpanan biasa diperoleh hasil pada awal pengukuran yaitu suhu terendah pada minggu 12 sekitar 28,5°C dari suhu pada minggu 1 yaitu 32°C. Dari hasil pengukuran suhu yang dilakukan pada kotak penyimpanan biasa terjadi penurunan mulai dari minggu 3 sampai minggu 12. Berbeda dengan hasil pengukuran suhu, nilai RH berbanding terbalik, karena nilai RH akan naik jika suhu rendah. Nilai RH yang didapatkan ditunjukkan pada Gambar 2 yaitu kelembaban tertinggi terjadi pada minggu 12 sekitar 80% dari minggu 1 sekitar 70%. Berbeda dengan hasil pengukuran

suhu, nilai RH berbanding terbalik, karena nilai RH akan naik jika suhu rendah. Nilai RH yang didapatkan ditunjukkan pada Gambar 2 yaitu kelembaban tertinggi terjadi pada minggu 12 sekitar 80% dari minggu 1 sekitar 70%.

Pada Gambar 3 menunjukkan hasil pengukuran suhu dan RH pada kotak penyimpanan dengan sirkulasi udara (*exhaust*). Pengukuran yang dilakukan yaitu dengan menggunakan sensor. Data diambil setiap minggu bersamaan saat dilakukan pengukuran susut bobot biji kakao.

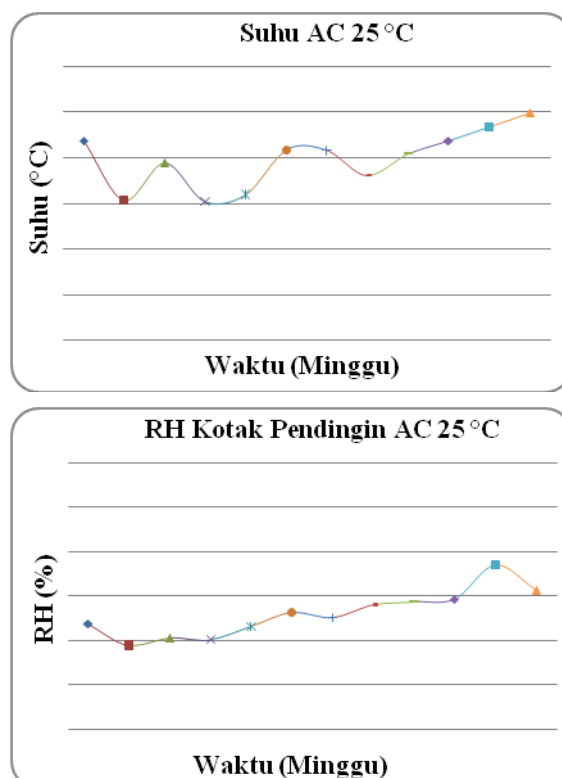


Gambar 3. Hasil Pengukuran RH dan Suhu Pada Kotak Penyimpanan dengan Sirkulasi

Selain pada kotak penyimpanan biasa, hasil pengukuran suhu pada kotak penyimpanan dengan sirkulasi udara (*exhaust*) pada Gambar 3 didapatkan suhu terendah juga pada minggu 12 pengukuran yaitu sekitar 27,7°C yang awalnya 30,8°C pada minggu 1. Dan hasil pengukuran RH, diperoleh RH tertinggi pada minggu 12 yaitu sekitar 90%. Hasil pengukuran antara nilai suhu dan RH berbanding terbalik. Suhu

mulai turun pada minggu ke 3, begitupun dengan nilai RH yang mulai naik pada minggu yang sama.

Pada Gambar 4 menunjukkan hasil pengukuran suhu dan RH pada kotak penyimpanan dengan pendingin AC (*Air Conditioner*) yang telah diatur suhu dalam kotak penyimpanan yaitu 25 °C selama penyimpanan. Pengukuran yang dilakukan yaitu dengan menggunakan sensor. Data diambil setiap minggu bersamaan saat dilakukan pengukuran susut bobot biji kakao.

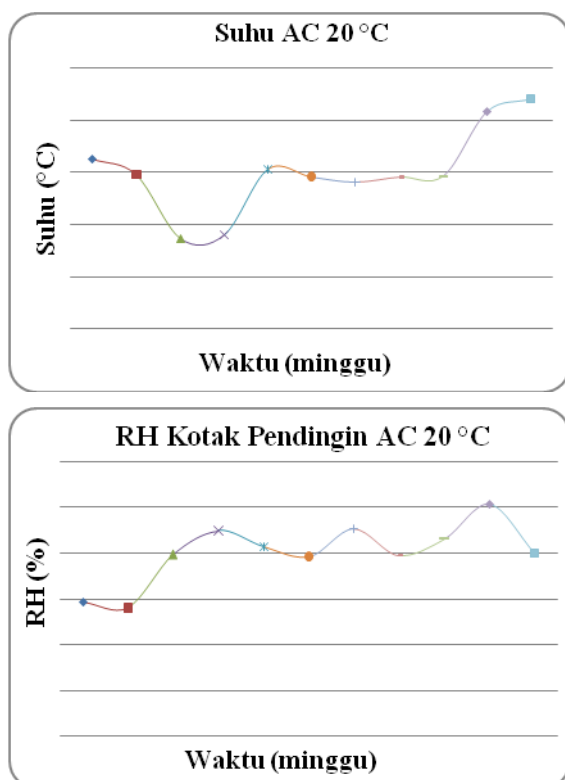


Gambar 4. Hasil Pengukuran RH dan Suhu Pada Kotak Penyimpanan dengan AC 25°C

Pada Gambar 4 menunjukkan hasil pengukuran suhu pada kotak dengan AC 25°C. Pada minggu 12 diperoleh suhu tertinggi yaitu sekitar 24,5°C dari suhu awal sekitar 24,2°C. dan kelembaban tertinggi pada minggu 11 yaitu sekitar 88,2% dari 82% pada minggu 1. Meningkatnya kelembaban pada kotak AC 25°C disebabkan oleh beberapa faktor eksternal seperti terjadinya proses kondensasi, dimana ketika bahan mengalami penguapan dan

dinginkan menyebabkan uap tersebut berubah menjadi cairan, sehingga nilai RH yang diperoleh juga tinggi.

Pada Gambar 5 menunjukkan hasil pengukuran suhu dan RH pada kotak penyimpanan dengan pendingin AC (*Air Conditioner*) yang telah diatur suhu dalam kotak penyimpanan yaitu 20 °C selama penyimpanan. Pengukuran yang dilakukan yaitu dengan menggunakan sensor. Data diambil setiap minggu bersamaan saat dilakukan pengukuran susut bobot biji kakao.

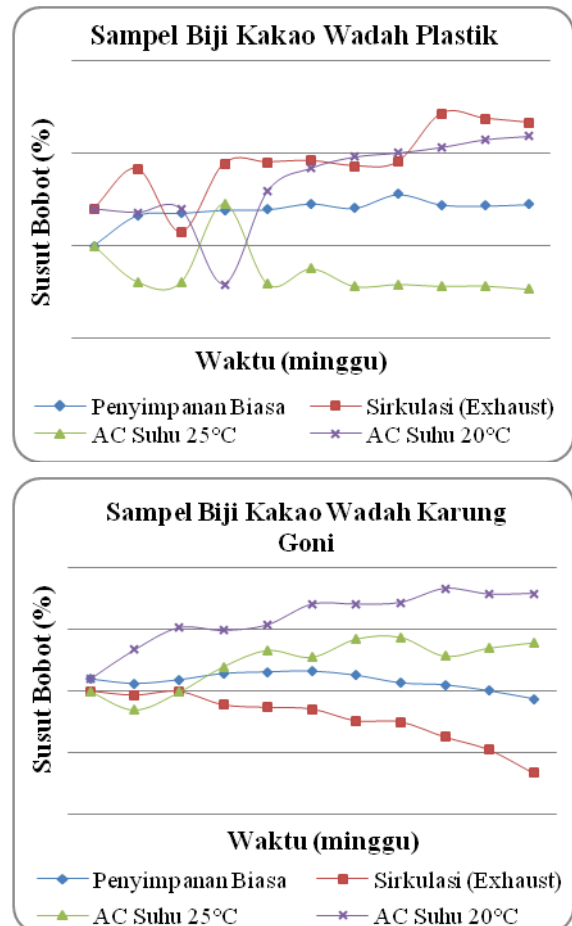


Gambar 5. Hasil Pengukuran Suhu Pada Kotak Penyimpanan dengan AC 20°C

Namun pada Gambar 5 untuk hasil pengukuran suhu pada kotak penyimpanan dengan AC 20°C diperoleh nilai yang relatif konstan dari minggu 1 sampai minggu 2 yaitu suhu sekitar 17-20°C dan RH sekitar 70-73%. Tetapi pada minggu 5 suhu meningkat menjadi 29°C dan kelembaban turun sekitar 45%. Hal ini disebabkan karena faktor eksternal yaitu padamnya listrik.

Susut Bobot Biji Kakao Non Fermentasi

Perubahan susut bobot untuk sampel biji kakao dengan perlakuan non fermentasi dan kadar air awal 7% ditunjukkan pada gambar berikut:

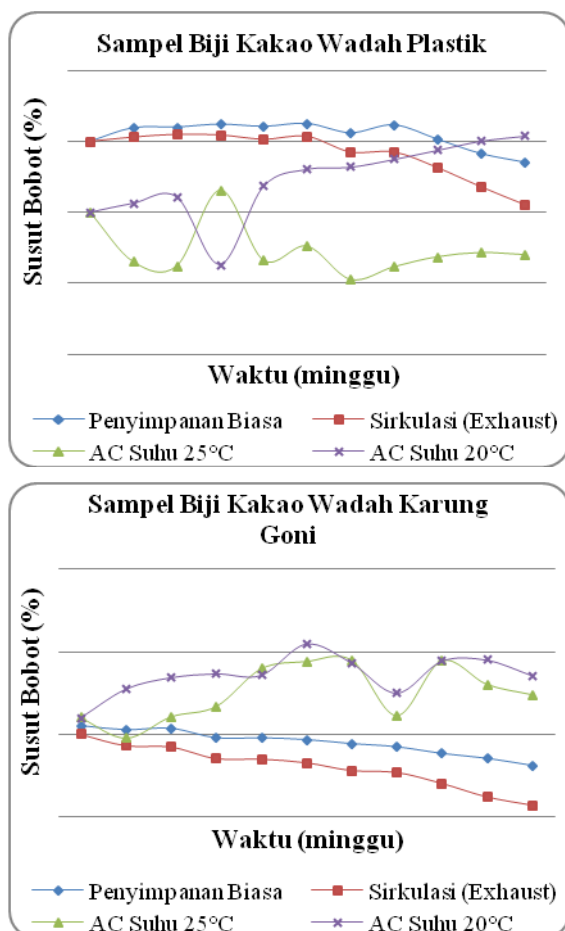


Gambar 6. Perubahan Susut Bobot Pada Sampel Biji Kakao Non Fermentasi Kadar Air Awal 7%

Pada Gambar 6 diperoleh hasil susut bobot untuk wadah plastik yang menunjukkan bahwa terjadi penurunan pada sampel penyimpanan biasa, sirkulasi dan AC 20°C. Namun penurunan pada sampel penyimpanan biasa relatif konstan pada 0,2% dibandingkan sirkulasi dan AC 20°C, sedangkan pada kotak dengan AC 25°C terjadi pertambahan bobot dan relatif konstan sekitar -0,2%. Pada wadah karung goni, diperoleh presentase susut bobot pada sampel penyimpanan biasa dan sirkulasi terjadi peningkatan, sedangkan kotak

dengan AC 25 dan 20°C terjadi penurunan bobot.

Pada kotak penyimpanan biasa dan sirkulasi, bertambahnya nilai bobot dengan wadah karung goni disebabkan karena tekanan uap air di udara lebih tinggi dibandingkan pada biji kakao dalam karung goni sehingga biji mudah menyerap uap air di udara. Hal ini sesuai dengan Suryatmi (1993), yang menyatakan bahwa apabila biji kakao kering mempunyai tekanan uap lebih kecil daripada tekanan uap air di udara sekitarnya, maka akan terjadi perpindahan uap air dari udara ke permukaan biji.



Gambar 7. Perubahan Susut Bobot Pada Sampel Biji Kakao Non Fermentasi Kadar Air Awal 10%

Pada Gambar 7 untuk sampel biji kakao non fermentasi dengan kadar air awal 10% diperoleh untuk wadah plastik, kotak penyimpanan biasa dan sirkulasi terjadi pertambahan bobot setiap minggu, pada

kotak dengan AC 25°C juga terjadi pertambahan namun relatif konstan.

Pada penyimpanan biji kakao dengan wadah karung goni, diperoleh sama dengan sampel non fermentasi 7%, tetapi pada sampel non fermentasi 10% perubahan susut bobotnya terjadi secara drastis. Hal ini disebabkan karena biji kakao dengan kadar air awal 10% sehingga pada saat disimpan kehilangan yang terjadi lebih besar dibandingkan dengan biji kakao dengan kadar air awal 7%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wahyudi (2008) yang menyatakan bahwa kadar air biji kakao ditentukan oleh cara pengeringan dan penyimpanannya. Kadar air biji kakao hasil pengeringan sebaiknya antara 6-7%. Namun, kadar air yang terlalu rendah juga tidak baik karena biji kakao menjadi sangat rapuh dan kadar air diatas 9% menyebabkan biji kakao mudah lapuk.

Susut Bobot Biji Kakao Fermentasi 3 Hari

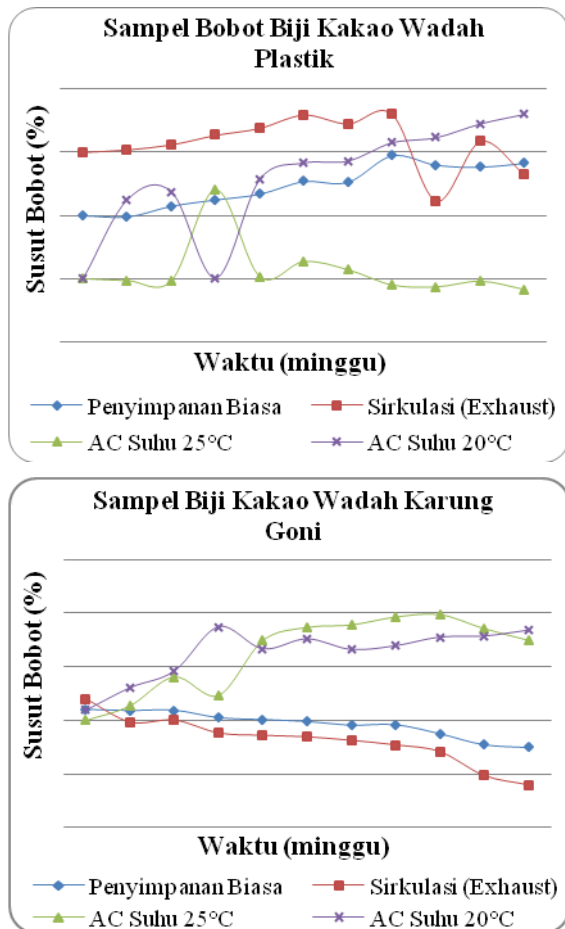
Perubahan susut bobot untuk sampel biji kakao dengan perlakuan fermentasi 3 hari dan kadar air awal 7% ditunjukkan pada Gambar 8.

Pada Gambar 8 untuk sampel dalam wadah plastik, diperoleh penyimpanan biasa, sirkulasi dan AC 20°C sama dengan sampel non fermentasi 7% yaitu terjadi penurunan nilai susut bobot, sedangkan kotak AC 25°C terjadi pertambahan bobot yang relatif konstan.

Biji kakao dalam wadah karung goni, diperoleh penyimpanan biasa terjadi penambahan bobot. Dan kotak dengan AC 25 dan 20°C terjadi penurunan bobot. Jika dibandingkan dengan wadah plastik, perubahan susut bobot biji kakao dalam wadah karung goni relatif konstan dan signifikan.

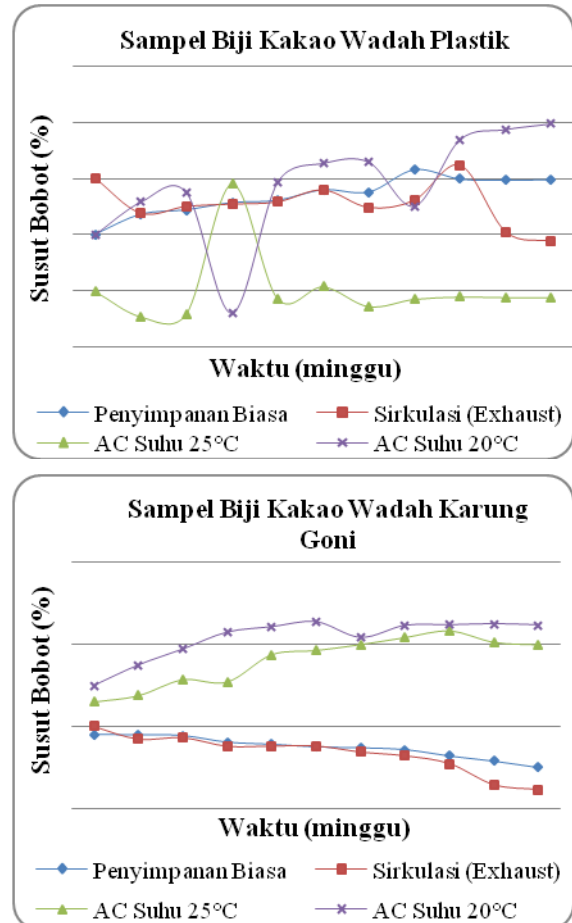
Pada sampel biji kakao yang disimpan dengan wadah karung goni, diperoleh perubahan susut bobotnya hampir sama dengan sampel non fermentasi. Berdasarkan hasil perhitungan statistik, tidak terdapat

perbedaan yang signifikan dari setiap sampel.



Gambar 8. Perubahan Susut Bobot Pada Sampel Biji Kakao Fermentasi 3 Hari, Kadar Air Awal 7%

Pada Gambar 11 untuk wadah plastik, diperoleh bahwa penyimpanan biasa dan sirkulasi relatif konstan namun pada kotak dengan AC 20°C terjadi penurunan bobot setiap minggu secara drastis. Hal ini disebabkan karena kelembaban pada kotak AC 20°C lebih rendah dibandingkan dengan kotak penyimpanan biasa dan sirkulasi, sehingga menyebabkan biji kakao kering kehilangan bobot setiap minggu. Hal ini sesuai dengan pernyataan Amin (2000) yang menyatakan bahwa pada suhu ruang 25°C, RH harus dibawah 70%, sedang pada suhu ruang 30 °C, RH yang cocok adalah 70-72%, dan pada suhu ruang 35 °C, RH yang cocok adalah 72 - 75%.



Gambar 9. Perubahan Susut Bobot Pada Sampel Biji Kakao Fermentasi 3 Hari, Kadar Air Awal 10%.

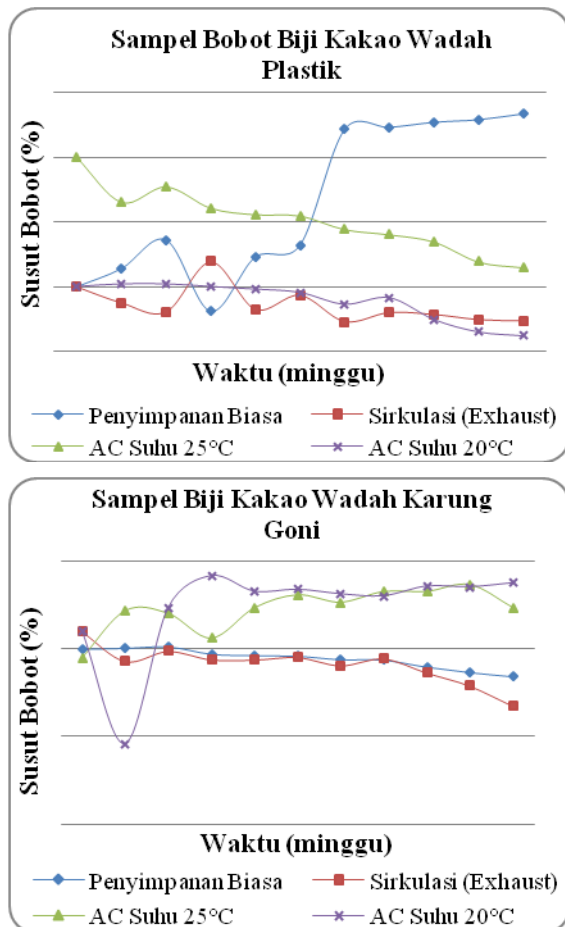
Susut Bobot Biji Kakao Fermentasi 5 Hari

Perubahan susut bobot untuk sampel biji kakao dengan perlakuan fermentasi 5 hari dan kadar air awal 7% ditunjukkan pada Gambar 10.

Pada Gambar 10 hasil susut bobot dengan wadah plastik diperoleh penyimpanan biasa dan sirkulasi terjadi pertambahan bobot, utamanya pada penyimpanan biasa. Sedangkan pada kotak AC 25 dan 20°C perubahannya sama dengan biji kakao non fermentasi dan fermentasi 3 hari.

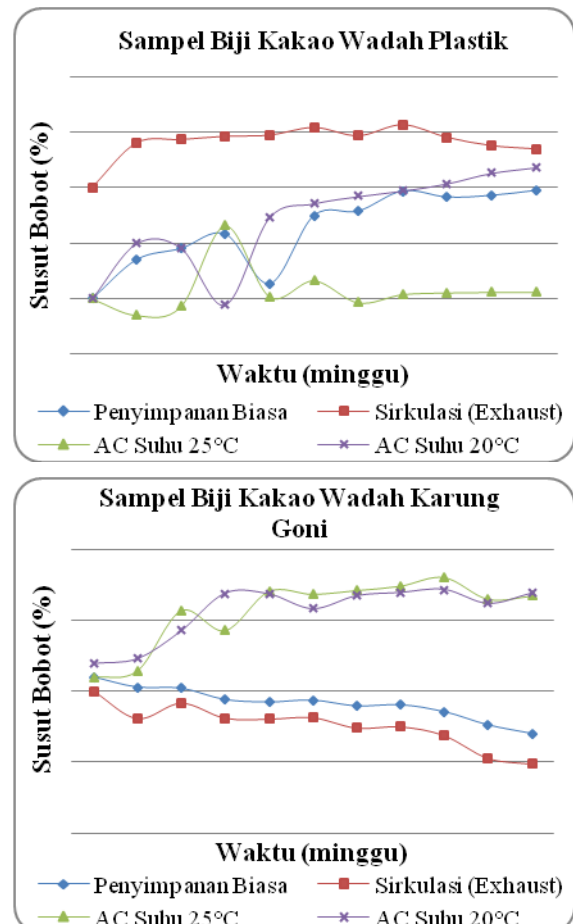
Pada biji kakao dalam wadah karung goni diperoleh hasil untuk penyimpanan biasa dan sirkulasi relatif konstan. Dan pada kotak AC 25 dan 20°C terjadi penurunan secara konstan, namun pada AC 20°C untuk

minggu 3 terjadi penambahan drastis karena disebabkan oleh bocornya AC pada kotak tersebut sehingga biji kakao menyerap air yang berada di sekitarnya.



Gambar 10. Perubahan Susut Bobot Pada Sampel Biji Kakao Fermentasi 5 Hari, Kadar Air Awal 7%

Perbedaan antara wadah plastik dan karung goni, jelas terlihat wadah karung goni lebih baik dibandingkan dengan wadah plastik karena perubahan presentase susut bobot pada wadah karung goni relatif lebih konstan. Hal ini sesuai dengan Siswoputranto (1985) yang menyatakan bahwa biji kakao dikemas dengan baik didalam wadah bersih dan kuat, biasanya menggunakan karung goni dan tidak dianjurkan menggunakan karung plastik, kecuali karung goni yang dilapisi plastik kedap udara.



Gambar 11. Perubahan Susut Bobot Pada Sampel Biji Kakao Fermentasi 5 Hari, Kadar Air Awal 10%

Pada Gambar 11 untuk wadah plastik, diperoleh hasil susut bobot dalam kotak penyimpanan biasa dan sirkulasi terjadi penurunan bobot, namun pada kotak sirkulasi relatif lebih konstan yaitu sekitar 0,6%. Dan kotak dengan AC 25 dan 20°C seperti sampel sebelumnya yaitu pada biji kakao fermentasi 3 hari terjadi penurunan drastis pada AC 20°C, sedangkan pada AC 25°C relatif konstan.

Biji kakao yang disimpan dalam wadah karung goni, didapatkan hasil susut bobot untuk penyimpanan biasa dan sirkulasi cenderung bertambah setiap minggu, sebaliknya penyimpanan dengan AC 25 dan 20°C cenderung berkurang.

Hubungan antara kondisi penyimpanan dan kadar air awal dengan susut bobot selama penyimpanan didapatkan dari hasil pengolahan data menggunakan software SPSS. Besar kecilnya antara dua

variabel dinyatakan dalam bilangan yang disebut koefisien korelasi. Besarnya nilai koefisien korelasi yaitu antara -1, 0, dan +1. Besaran korelasi -1 dan 1 adalah korelasi yang sempurna, sedangkan koefisien korelasi dengan nilai 0 atau mendekati nilai 0 dianggap tidak berhubungan antara dua variabel yang diuji. Model korelasi yang digunakan yaitu korelasi pearson. Sehingga diperoleh hasil untuk kotak penyimpanan biasa yaitu pada sampel non fermentasi dengan kadar air awal 7 % lebih kecil dari 0,05 yang artinya ada korelasi yang signifikan sebaliknya pada kadar air awal 10 % lebih besar dari 0,05 yang artinya tidak terdapat korelasi yang signifikan, seperti pada sampel biji kakao fermentasi 3 hari dan 5 hari dengan kadar air awal 7 dan 10 % diperoleh nilai lebih besar dari 0,05 yang artinya tidak terdapat korelasi yang signifikan.

Pada kotak penyimpanan dengan sirkulasi diperoleh untuk sampel biji kakao non fermentasi kadar air awal 7 dan 10% lebih besar dari 0,05 yang artinya tidak terdapat korelasi yang signifikan, begitupun dengan sampel yang lainnya. Sedangkan pada kotak penyimpanan dengan pendingin AC 25 C diperoleh nilai (-) yang artinya data yang diperoleh pada variabel x tinggi dan pada variabel y rendah, dan nilai yang diperoleh juga lebih besar dari 0,05. Pada kotak penyimpanan dengan pendingin AC 20 C diperoleh sama seperti sampel pada kotak penyimpanan AC 25 C, namun untuk sampel dengan kadar air awal 10% diperoleh nilai lebih kecil dari 0,05 yang artinya terdapat korelasi yang signifikan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian ini adalah:

1. Kondisi penyimpanan biasa lebih baik pada suhu ruang biasa sekitar 30 - 35°C, dengan RH sekitar 70 -75%. Namun

untuk penyimpanan dengan pendingin minimal suhu sekitar 23 - 25°C dengan RH sekitar 80 - 85%.

2. Penyimpanan biji kakao dengan kadar air awal 7% lebih baik daripada kadar air awal 10%, karena perubahan susut bobot kadar air awal 7% relatif lebih konstan dibandingkan biji kakao dengan kadar air awal 10%.
3. Berdasarkan dari hasil analisis statistika, variasi kondisi penyimpanan mempengaruhi perubahan susut bobot biji kakao yang berbeda-beda setiap penyimpanan.

Saran

Diharapkan sistem penyimpanan biji kakao yang tepat dapat membantu para prosesor dalam negeri dan para eksportir dalam mengantisipasi tindakan yang diperlukan agar tidak terjadi penurunan kuantitas (susut bobot) dan kualitas biji kakao selama penyimpanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, Sarmidi & M. Yudi Wahyudi. 2000. *Penelitian Kinetika Adsorpsi Uap Air Untuk Mengetahui Kondisi Penyimpanan Biji Kakao Kering*. Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia Vol.2, No.3, hal. 47-51 Humas-BPPT/ANY
- Siswoputranto, P. S., 1985. *Budidaya dan pengolahan coklat*. Balai Penelitian Bogor, Sub Balai Penelitian Budidaya, Jember.
- Suryatmi, R.D. 1993. *The Moisture Content Increase Of Dried CocoaBeans During Storage At Room Temperature*. Iptek Pemacu Pembangunan Bangsa Menuju Abad 21. p.85 – 99. BPPT. Jakarta.
- Wahyudi, T. 2008. *Panduan Lengkap Kakao*. Penebar Swadaya. Jakarta

MODEL PENGERINGAN LAPISAN TIPIS JAGUNG (*ZEA MAYS L*) VARIETAS BIMA 18 DAN BIMA 16

Henny Poerwanty AS¹⁾, Junaedi Muhidong²⁾ dan Abdul Waris²⁾

¹⁾ Alumni Program Studi Keteknikan Pertanian Fakultas Pertanian, Unhas

²⁾ Staf Pengajar Program Studi Keteknikan Pertanian Fakultas Pertanian, Unhas

ABSTRAK

Pengeringan merupakan salah satu hal yang sangat penting di lakukan pada proses pascapanen. Proses pengeringan dilakukan sampai pada kadar air seimbang dengan keadaan udara atmosfer normal (*Equilibrium Moisture Content*) atau pada batas tertentu sehingga aman disimpan dan tetap memiliki mutu yang baik sampai ke tahap proses pengolahan berikutnya. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kesesuaian model matematis pengeringan lapisan tipis. Metode yang di gunakan adalah metode uji coba untuk melakukan pencocokan (*fitting*) dengan Model *Newton*, Model *Henderson and Pabis*, Model *Page*, Model *Midilli et.al*, dan Model *two term exponential*. Dari hasil penelitian pengeringan lapisan tipis Jagung hibrida Bima 18 dan Bima 16 baik pada suhu 40°C maupun 50°C menunjukkan pola *exponential*. Model pengeringan Jagung yang paling sesuai baik varietas Bima 18 dan Bima 16 dan juga pada suhu 40°C maupun 50°C adalah model *Midilli et.al* dan model *Two term exponential*. Nilai uji kesesuaian pada Model *Midilli et.al* varietas Bima 18 suhu 40°C yaitu $R^2=0.9986$ dan varietas Bima 16 memiliki $R^2=0.9961$ sedangkan nilai model *Two Term Exponential* varietas Bima 18 pada suhu 50° yaitu $R^2=0.9988$ dan varietas Bima 16 memiliki $R^2=0.9938$.

Kata kunci: *Pengeringan Lapisan Tipis, Jagung Hibrida, Model pengeringan.*

PENDAHULUAN

Di Indonesia, daerah-daerah penghasil utama tanaman jagung adalah Jawa tengah, Jawa barat, Jawa timur, Madura, D.I Yogyakarta, Nusa Tenggara Timur, Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan, dan Maluku. Jagung (*Zea mays L*) merupakan bahan makanan pokok utama pengganti beras atau sebagai campuran beras. Selain sebagai sumber karbohidrat, jagung juga sebagai pakan ternak, yaitu tongkol dan daunnya sebagai hijauan, bijinya dapat di buat menjadi minyak atau di buat menjadi tepung jagung atau maizena, dan tepung biji dan tepung tongkolnya dapat menjadi bahan baku industry (Prahasta, 2009).

Pengeringan bahan pangan merupakan salah satu penanganan pascapanen yang sangat penting. Pengeringan merupakan tahapan operasi

rumit yang meliputi perpindahan panas dan massa secara transien serta beberapa laju proses, seperti transformasi fisik atau kimia yang pada gilirannya menyebabkan perubahan mutu hasil maupun mekanisme perpindahan panas dan massa. Proses pengeringan dilakukan sampai pada kadar air seimbang dengan keadaan udara atmosfer normal (*Equilibrium Moisture Content*) atau pada batas tertentu sehingga aman disimpan dan tetap memiliki mutu yang baik sampai ke tahap proses pengolahan berikutnya (Widyotomo dan Mulato, 2005).

Kerusakan pada biji jagung dapat disebabkan oleh terlambatnya proses pengeringan, proses pengeringan yang terlalu lama atau terlalu cepat, dan proses pengeringan yang tidak merata. Suhu yang terlalu tinggi atau adanya perubahan suhu yang mendadak juga dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada jagung yang

berdampak langsung pada mutu yang dihasilkan. Berdasarkan uraian tersebut maka perlu diadakan penelitian untuk mengetahui pola penurunan kadar air dan Model pengeringan lapisan tipis Jagung hibrida varietas Bima 18 dan Bima 16 baik pada suhu 40°C dan 50°C.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pola penurunan kadar air pada varietas jagung hibrida Bima 18 dan Bima 16, serta memperoleh model matematika pengeringan yang paling sesuai .

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2014 – Januari 2015, bertempat di Ruang penyimpanan Alat dan Mesin Pertanian, Program Studi Keteknikan Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan digital (ketelitian 0.01 g), Toples (sebagai desikator), termometer raksa, Alat pengering tipe rak, kawat kasa, plastik cetik dan oven. Bahan yang digunakan Jagung Hibrida varietas Bima 18 dan Bima 16 yang dipanen 13 Desember 2014 dari Kelurahan Allepolea, Kecamatan Lau, Kabupaten Maros.

Parameter penelitian

Parameter sifat fisik yang diamati mencakup :

- Perubahan berat biji selama pengeringan untuk dijadikan basis perhitungan kadar air, meliputi kadar air basis basah (K_{abb} , %) dan kadar air basis kering (K_{abk} , %).
- MR (*Moisture Ratio*). MR (*Moisture ratio*) ditentukan dengan menghitung nilai kadar air awal bahan, kadar air

pada saat t (waktu) dan kadar air saat berat bahan konstan.

- Model Matematika Pengeringan Lapisan Tipis meliputi Model *Newton* (MR_{Newton}), Model *Henderson and Pabis* ($MR_{Henderson and Pabis}$), Model *Page* (MR_{Page}), Model *Midilli et.al* ($MR_{Midilli et al}$), dan Model *Two Term* ($MR_{two term}$).

Rumus yang Digunakan

Rumus yang digunakan untuk perhitungan Model pengeringan penjemuran lapisan tipis berbagai varietas biji jagung hibrida sebagai berikut :

- Kadar air

Setelah berat kering bahan diukur, kemudian dilakukan perhitungan presentase kadar air basis kering (ka_{bk}) dan kadar air basis basah (ka_{bb}).

- Moisture ratio* (MR)

Selanjutnya dilakukan perhitungan *moisture ratio* (MR) bahan, lalu hasil perhitungan tersebut ditabelkan. Cara menghitung *moisture ratio* menggunakan rumus sebagai persamaan (1)

- Model pengeringan lapisan tipis

Model pengeringan lapisan tipis diperoleh dengan cara mencari nilai konstanta k , a dan n dari setiap bentuk eksponensial. Konstanta ditentukan menggunakan *MS Excel Solver*. *Solver* otomatis mencari nilai konstanta pada setiap model pengeringan yang diuji. Kemudian akan diperoleh nilai R^2 dan memilih nilai R^2 tertinggi sebagai model terbaik yang akan mempresentasikan karakteristik pengeringan lapisan tipis biji jagung hibrida berbagai varietas.

Lima model pengeringan yang digunakan adalah Model *Newton*, Model *Henderson & Pabis*, Model *Page*, Model *Midilli et.al* dan Model *Two Term Exponential* seperti disajikan pada tabel berikut :

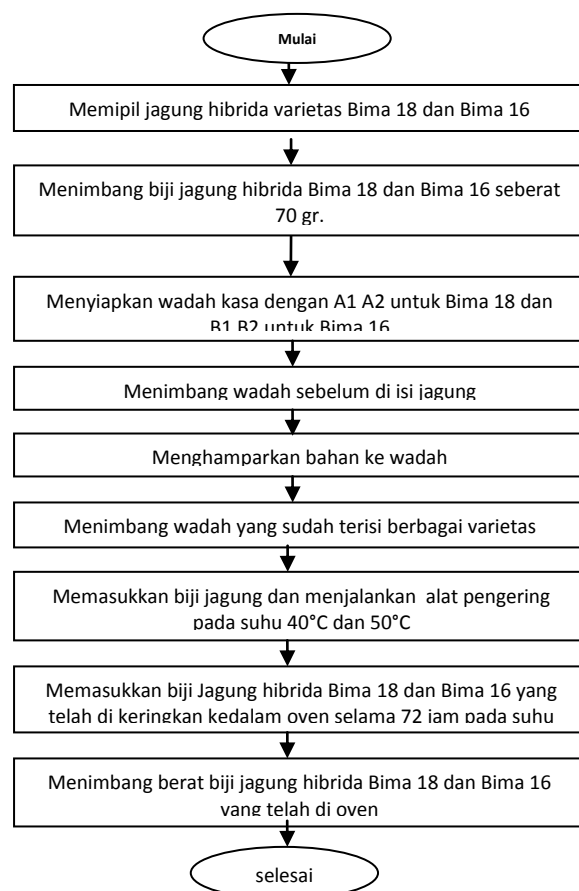
Tabel 1. Daftar Model Pengeringan Lapisan Tipis Yang Diuji

Model Pengeringan	Bentuk eksponensial
<i>Newton</i>	$MR = \exp(-k.t)$
<i>Henderson & Pabis</i>	$MR = a. \exp(-k.t)$
<i>Page</i>	$MR = \exp(-k.t^n)$
<i>Midille et. Al</i>	$MR = a. \exp(-kt) + bt$
<i>Two term exponential</i>	$MR = a. \exp(-k.t) + (i - a) \exp k.bt$

Sumber: Brooker, 1974

Bagan Alir

Prosedur pelaksanaan penelitian disajikan pada Gambar 3 di bawah ini:



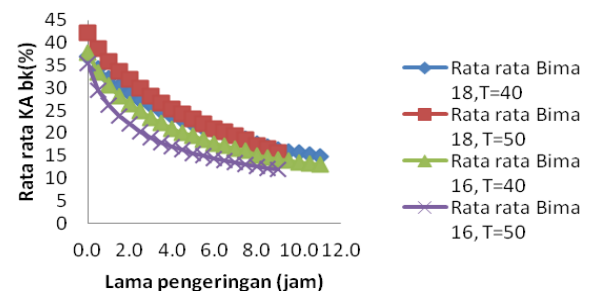
Gambar 3. Bagan Alir Prosedur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola Penurunan Kadar Air

Hasil penelitian pengeringan jagung hibrida dengan varietas yang berbeda (Bima 18 dan Bima 16) pada suhu pengeringan 40°C dan 50°C untuk

pengeringan lapisan tipis. maka diperoleh pola penurunan kadar air (basis kering) seperti disajikan pada gambar berikut:

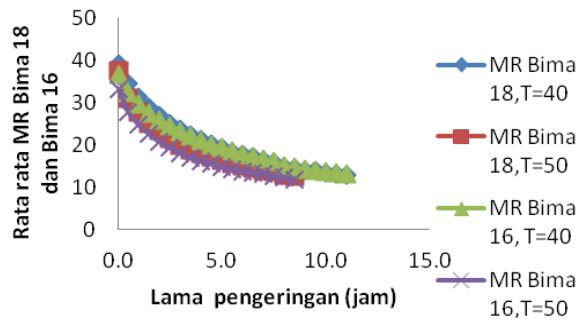


Gambar 4. Pola Penurunan Kadar Air Basis Kering

Gambar 4 menunjukkan bahwa pola penurunan KA_{bk} pada jagung hibrida Bima 18 dan Bima 16 pada suhu 50°C cenderung lebih cepat mengalami penurunan kadar air hingga mencapai titik konstan dibandingkan suhu 40°C. Hal ini ditunjukkan pada grafik dimana rata-rata penurunan berat selama proses pengeringan cenderung lebih besar yakni pada menit awal hingga menit ke-90 sebesar 4 gram. Hal ini terlihat jelas bahwa, pada suhu yang lebih tinggi proses pengeringan bahan pangan akan lebih cepat menuju kadar air kesetimbangan. Hal ini sesuai dengan Sodha *et.al* (1987) yang menyatakan bahwa Suhu udara pengering akan mempengaruhi laju penguapan air bahan dan mutu pengering. Semakin tinggi suhu maka panas yang digunakan untuk penguapan air akan meningkat sehingga waktu pengeringan akan menjadi lebih singkat. Agar bahan yang dikeringkan tidak sampai rusak, suhu harus dikontrol terus menerus.

Pola Penurunan Moisture Ratio (MR)

Kadar air yang telah disajikan pada Gambar 4 ditransformasi menjadi Moisture Ratio (MR) dengan menggunakan persamaan (6). Hasilnya disajikan pada Gambar 5



Gambar 5. Pola Penurunan MR Suhu 40°C Dan Suhu 50°C

Gambar 5 menunjukkan bahwa pola penurunan MR sejalan dengan pola penurunan kadar air basis basah (KA-bk). Akan tetapi, pada grafik di atas MR Bima 18 pada suhu 50°C cenderung berimpit pada MR Bima 16 pada suhu 40°C. Pola MR ini selanjutnya digunakan untuk menentukan model pengeringan lapisan tipis yang paling sesuai untuk jagung hibrida Bima 18 dan Bima 16.

Model Pengeringan

Ada 5 jenis model pengeringan yang diuji untuk mendeteksi perilaku MR yang terdapat pada Gambar 5 di atas. Kelima model yang dimaksud adalah model *Newton*, model *Henderson and Pabis*, dan model *Page*, model *Midilli et.al* dan model *Two term exponential* seperti pada Tabel 2.

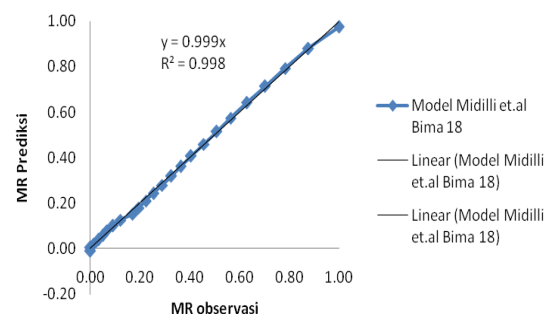
Masing-masing model pengeringan tersebut membutuhkan aplikasi MS Excel Solver untuk pengoperasiannya. MS Excel Solver digunakan untuk menentukan nilai konstanta k analisis didasarkan pada usaha untuk meminimalkan total kuadrat selisih antara MR observasi dan MR prediksi. Solver akan otomatis mencari dan menampilkan nilai konstanta yang ada pada model terkait sehingga total kuadrat selisih antara MR observasi dan MR prediksi bernilai minimal.

Hubungan Antara Data Hasil Pengamatan Dengan hasil Prediksi

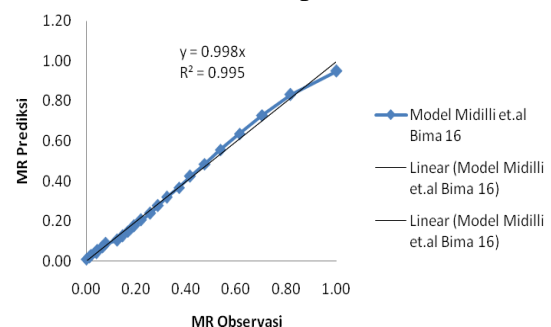
Berdasarkan hasil analisa model pengeringan, maka tingkat kesesuaian

model pengeringan yaitu model *Midilli et.al* dan model *Two term exponential*. Hasil observasi pada Gambar 6 menunjukkan kecenderungan nilai prediksi model *Midilli et.al* dan *Two term exponential* terhadap nilai hasil observasi yang semakin dekat. Grafik menunjukkan bahwa model pengeringan yang sesuai dengan karakteristik pengeringan biji jagung hibrida Bima 18 dan 16 adalah model *Midilli et.al* dan *Two term exponential*.

Model Pengeringan Lapisan Tipis

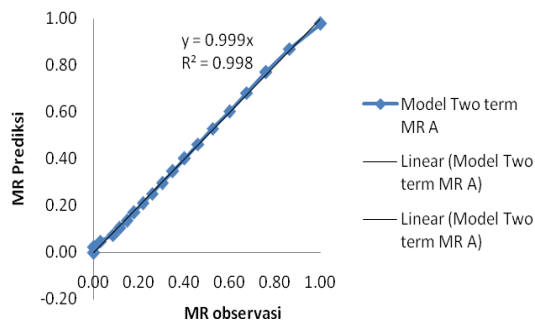


Gambar 6 Grafik hubungan model *Midilli et.al* dengan data pengamatan MR Bima 18 pada suhu 40°C

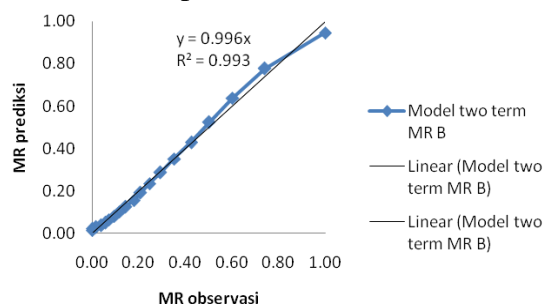


Gambar 7. Grafik hubungan model *Midilli et.al* dengan data pengamatan MR Bima 16 pada suhu 40°C

Gambar 6 dan Gambar 7 menunjukkan bahwa hasil observasi dan Nilai MR prediksi Bima 18 dan Bima 16 pada suhu 40°C memiliki nilai R^2 yang cenderung lebih besar yakni nilai R^2 pada Bima 18 adalah 0.998 dan Nilai R^2 pada Bima 16 adalah 0.995.

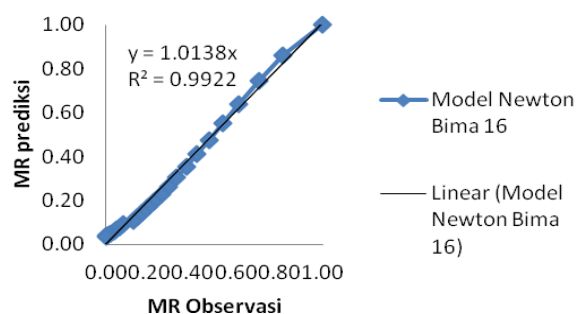


Gambar 8 Grafik hubungan model *Two Term exponential* dengan data pengamatan MR Bima 18 pada suhu 50°C

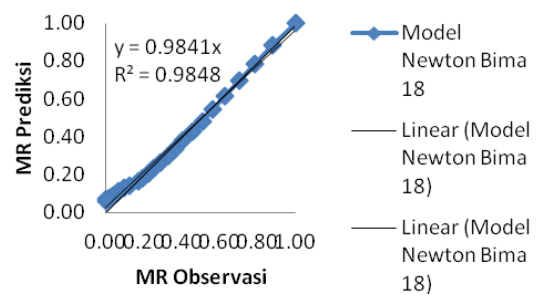


Gambar 9 Grafik hubungan model *Two Term exponential* dengan data pengamatan MR Bima 16 suhu 50°C

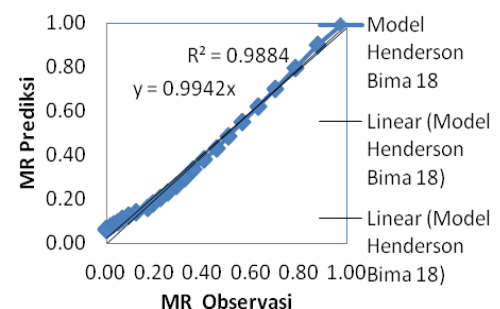
Gambar 8 dan Gambar 9 menunjukkan bahwa hasil observasi dan Nilai MR prediksi Bima 18 dan Bima 16 pada suhu 50°C memiliki nilai R^2 yang cenderung lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa Model pengeringan *two term exponential* dan model Midilli *et.al* merupakan model yang paling sesuai digunakan untuk merepresentasikan karakteristik lapisan tipis jagung.



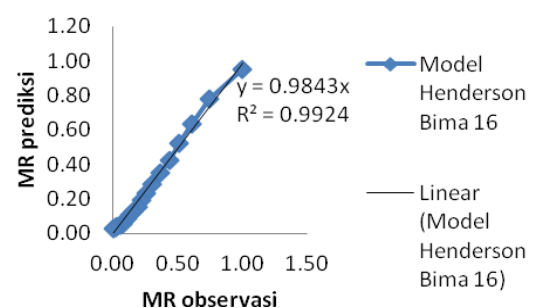
Gambar 10 Grafik hubungan model *Newton* dengan data pengamatan MR Bima 18 suhu 40°C



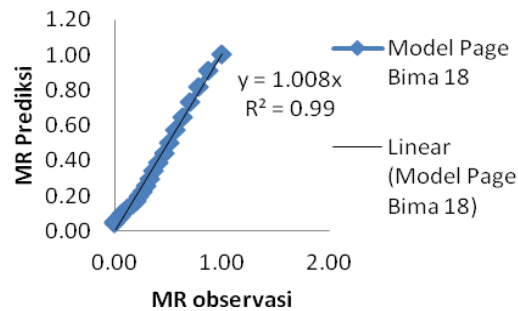
Gambar 11 Grafik hubungan model *Newton* dengan data pengamatan MR Bima 16 suhu 40°C



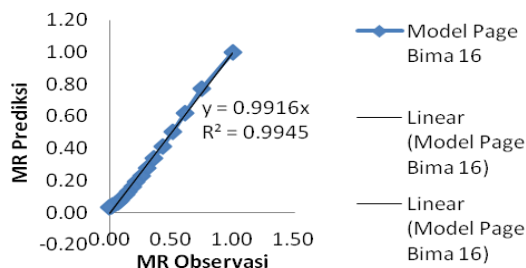
Gambar 12 Grafik hubungan model *Henderson and Pabis* dengan data pengamatan MR Bima 18 suhu 40°C



Gambar 13 Grafik hubungan model *Henderson and Pabis* dengan data pengamatan MR Bima 16 suhu 50°C



Gambar 14 Grafik hubungan model *Page* dengan data pengamatan MR Bima 18 suhu 40°C



Gambar 15 Grafik hubungan model *Page* dengan data pengamatan MR Bima 16 suhu 50°C

Tabel 3. Nilai Konstanta k, a, b, i , dan n Model pengeringan lapisan tipis varietas Bima 18 dan Bima 16

Model	Suhu°C	a	b	i	k	n	R ²
<i>Midilli et.al</i>	40°C	0.9754	-0.0100		0.4411	0.4411	0.9986
		0.9498	-0.0040		0.501	0.5101	0.9961
<i>Two Term exponential</i>	40°C	0.9754	-0.0967	0.4445	0.1946		0.9986
		0.9498	-0.0235	0.2940	0.2602		0.9961
<i>Midilli et.al</i>	50°C	0.9789	-0.0155		0.4673	0.4673	0.9988
		0.9462	-0.0155		0.6256	0.6256	0.9938
<i>Two Term exponential</i>	50°C	0.9789	-0.0784	0.0747	0.2184		0.9988
		0.9462	-0.0055	0.2675	0.3914		0.9938

Sumber: Data primer setelah di olah, 2015

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada jagung hibrida varietas

Bima 18 dan Bima 16 dapat disimpulkan bahwa Model pengeringan yang paling sesuai berdasarkan karakteristik jagung hibrida varietas Bima 18 dan Bima 16 adalah model *Midilli et.al* dan *two term exponential*. Model *Midilli et.al* dan *Two Term exponential* menunjukkan nilai R^2 yang lebih besar dibandingkan dengan ketiga persamaan model lainnya yaitu model *Newton*, *Henderson-Pabis*, dan *Page*.

DAFTAR PUSTAKA

- Brooker, D. B., F. W. Bakker-arkema and C. W. Hall. 1981. *Drying Cereal Grains*. AVI Publishing Company Inc. West Port, Connecticut.
- Brooker, D.B., F.W. Bakker., and C.W. Arkema. 1974. *Drying cereal grains*. The AVI Publishing Co. Inc, West Port. USA.
- Prahasta, arief, 2009. *Agribisnis jagung*. Pustaka Grafika. Bandung.
- Sodha, M. S., N. K. Bansal, A. Kumar, P. K. Bansal, and M.A.S. Malik. 1987. *Solar Crop Drying. Volume I*. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- Widyotomo, S. dan Sri Mulato. 2005. *Penentuan Karakteristik Pengeringan Kopi Robusta Lapis Tebal. Study of Drying Characteristic Robusta Coffe with Thick Layer Drying Method*. Buletin Ilmiah INSTIPER Vol. 12, No. 1, Page 15-37.

ANALISIS KEBUTUHAN AIR TANAMAN JAGUNG (*Zea Mays L.*) MASA TANAM III DI DESA ALATENGAE KECAMATAN BANTIMURUNG KABUPATEN MAROS

Nurul Annisa¹, Mahmud Achmad² dan Daniel Useng²

¹Alumni Program Studi Keteknikan Pertanian Fakultas Pertanian, Unhas

²Staf Pengajar Program Studi Keteknikan Pertanian Fakultas Pertanian, Unhas

ABSTRAK

Kebutuhan air merupakan sejumlah air yang dibutuhkan oleh tanaman secara efisien untuk mengganti air yang hilang akibat penguapan baik yang menguap secara langsung dari permukaan (evaporasi) maupun penguapan yang melalui tanaman (transpirasi). Penggunaan air secara efektif dan efisien berarti bahwa air yang diberikan pada tanaman sesuai dengan yang dibutuhkan oleh tanaman tersebut. Setiap tanaman memiliki jumlah kebutuhan air yang berbeda-beda tergantung jenis tanaman itu sendiri dan fase dari tanaman tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan air pada tanaman Jagung pada musim tanam III, sehingga air yang diberikan pada tanaman Jagung untuk suplay jagung muda dapat diberikan secara optimal. Metode penelitian ini dengan mengumpulkan data dari lapangan berupa data Kadar Air Tanah, Volume Air yang Diberikan pada Tanaman, Tinggi Tanaman dan Infiltrasi. Data lain yang diambil berupa Data Klimatologi dan Data Curah Hujan dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) setempat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebutuhan Air Tanaman Jagung selama masa tanam III (September – November) adalah 2.475 mm/hari pada 15 hari pertama, 2.91 mm/hari pada 15 hari kedua, 4.74 mm/hari pada 15 hari ketiga, 4.61 mm/hari pada 15 hari keempat, dan 4.48 mm/hari pada 15 hari kelima. Kebutuhan Air Tanaman berubah disetiap 15 harinya karena fase pertumbuhan dianggap terjadi setiap 15 hari masa tanam. Faktor yang mempengaruhi Kebutuhan Air Tanaman adalah Evaporasi, Transpirasi dan Infiltrasi.

Kata kunci: Jagung, Kebutuhan Air Tanaman, Evapotranspirasi

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu faktor penting dalam proses pertumbuhan tanaman selain tentunya nutrisi dari tanaman tersebut. Air merupakan bagian terbesar penyusun jaringan tumbuh-tumbuhan. Unsur hara dalam tanah yang diperlukan tanaman harus dilarutkan dalam air sebelum dapat diserap oleh akar tanaman yang selanjutnya diangkut ke seluruh bagian tanaman. Air diperlukan dalam proses asimilasi dan diperlukan pula sebagai pengatur setiap proses metabolisme tanaman secara langsung atau tidak langsung dipengaruhi oleh ketersediaan air.

Kebutuhan air merupakan sejumlah air yang dibutuhkan air oleh tanaman secara efisien untuk mengganti air yang hilang akibat penguapan baik yang menguap

secara langsung dari permukaan (evaporasi) maupun penguapan yang melalui tanaman (transpirasi). Kebutuhan air sendiri dapat meliputi masalah persediaan air, baik air permukaan maupun air bawah tanah, begitupun masalah manajemen dan ekonominya. Penggunaan air secara efektif dan efisien berarti bahwa air yang diberikan pada tanaman sesuai dengan yang dibutuhkan oleh tanaman tersebut. Hal ini sangat perlu untuk diketahui agar tidak terjadi pemborosan air dalam pemberian air yang berlebihan pada tanaman sehingga dapat merugikan pertumbuhan tanaman tersebut yang akhirnya akan mengurangi harga jual hasil pertanian ketika panen. Apalagi pada musim kemarau pemberian air secara efektif pada tanaman tentunya akan sangat menguntungkan petani.

Setiap tanaman memiliki jumlah kebutuhan air yang berbeda-beda. Tergantung dari jenis tanaman itu sendiri dan fase dari tanaman tersebut. Untuk tanaman jagung kebutuhan air tidak sebanyak kebutuhan air tanaman padi. Faktor air merupakan salah satu faktor pembatas untuk pertumbuhan jagung. Kebutuhan air yang terbanyak pada tanaman jagung adalah pada fase pembungaan dan fase pengisian biji. Pemberian air ke suatu lahan tanam harus secara tepat, baik cara pemberiannya, waktu pemberian airnya dan jumlah air yang diberikan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kebutuhan air pada tanaman jagung pada musim tanam III sehingga air yang diberikan untuk suplai jagung muda dapat diberikan secara optimal.

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat

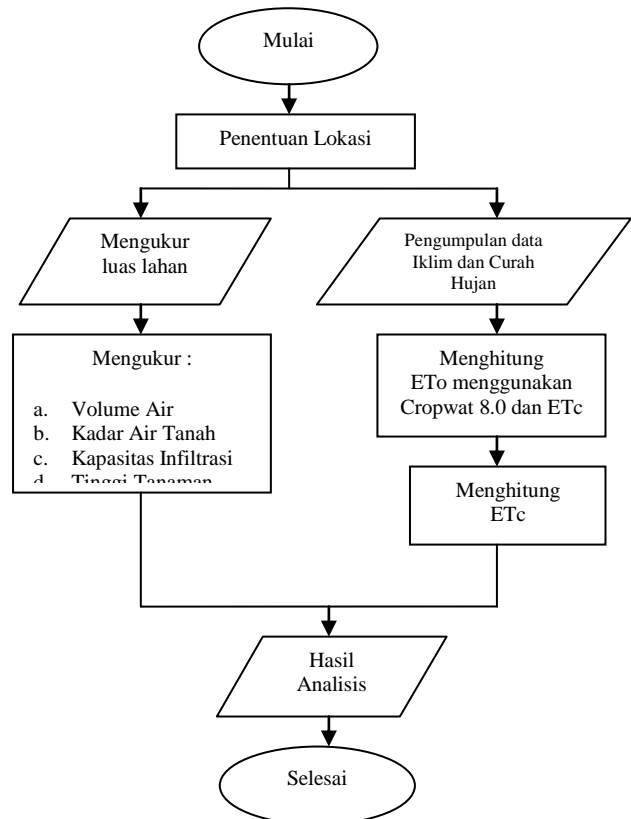
Penelitian ini dilaksanakan pada musim tanam III mulai September 2014 sampai November 2014 di Desa Alatengae, Kecamatan Bantimurung, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Mistar, Meteran, Infiltrometer, oven, Timbangan Digital, dan *Stopwatch*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah label, aluminium foil, plastik sampel.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keadaan Umum Lokasi Penelitian

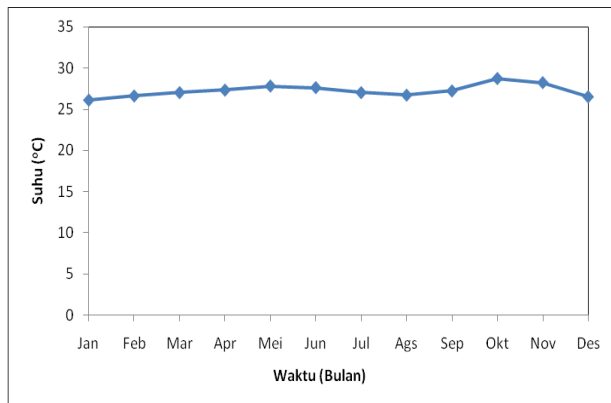
Kabupaten Maros secara geografis terletak di bagian barat Sulawesi Selatan antara $4^{\circ}45'$ - $5^{\circ}07'$ LS dan $109^{\circ}205'$ - $129^{\circ}12'$ BT yang berbatasan dengan Kabupaten Pangkep sebelah Utara, Kota Makassar dan Kabupaten Gowa di sebelah Selatan, Kabupaten Bone di sebelah Timur dan Selat Makassar di sebelah Barat. Luas wilayah Kabupaten Maros $1.619,12 \text{ km}^2$ yang secara administrasi pemerintahannya terdiri dari 14 kecamatan dan 103 Desa/Kelurahan.

Iklim

Iklim merupakan kondisi cuaca yang terjadi di permukaan bumi. Data iklim merupakan data penting dalam penentuan nilai evapotranspirasi pada tanaman.

Suhu Udara

Suhu merupakan temperatur udara yang terjadi di permukaan bumi disepanjang harinya. Semakin tinggi suhu udara maka semakin panas daerah tersebut. Gambar 2 merupakan suhu udara yang terjadi dari bulan Januari–Desember 2014 di wilayah Bantimurung Kabupaten Maros.

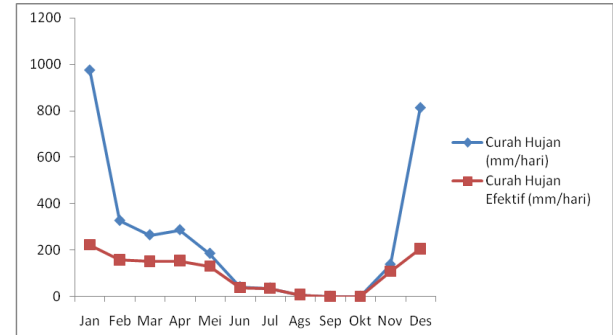


Gambar 2. Laju Perubahan Suhu Bulanan Tahun 2014

Gambar 2 suhu bulanan yang terjadi di daerah Bantimurung Kabupaten Maros berkisar antara 26,1°C–28,7°C. Puncak suhu udara terjadi dua kali dimana suhu udara tertinggi (Tmax) terjadi pada bulan Oktober 2014 dengan Suhu 28,7°C, bulan Oktober merupakan puncak dari musim kemarau yang terjadi di wilayah Bantimurung dan terjadi pula pada bulan Mei 2015 adalah 27,8°C dan suhu udara minimum (Tmin) terjadi pada bulan Januari 2014 dengan suhu 26,1 °C yang merupakan puncak dari musim penghujan.

a. Curah Hujan dan Curah Hujan Efektif (Re)

Selain irigasi, curah hujan merupakan input yang diperlukan tanaman dalam proses pemenuhan kebutuhan air. hujan merupakan proses jatuhnya air kepermukaan bumi yang diakibatkan dari siklus hidrologi yang terjadi pada permukaan bumi.

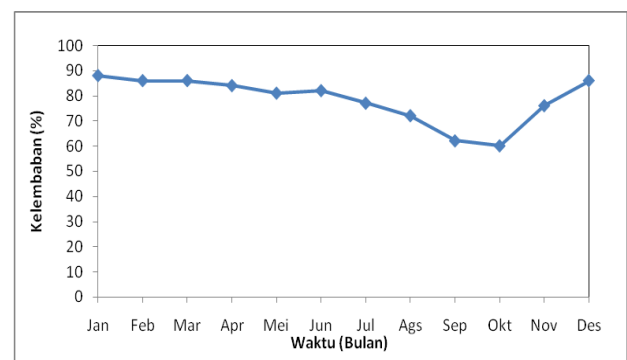


Gambar 3. Perbandingan Curah Hujan Bulanan Dan Curah Hujan Efektif Tahun 2014

Perbandingan curah hujan dan curah hujan efektif yang terjadi pada bulan Januari-Desember di Kabupaten Maros terdapat pada Gambar 3. Dimana tingkat curah hujan yang terjadi maksimum 975 mm dengan curah hujan efektif 225,6 mm. tingkat curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Januari 2014 yaitu sebesar 975 mm dengan nilai curah hujan efektif sebesar 225,5 mm. Pada bulan September 2014 hingga November 2014 tidak terjadi hujan sama sekali di wilayah Kabupaten Maros. Hal ini terjadi karena pada bulan ini sudah memasuki musim kemarau. Curah hujan efektif merupakan hujan yang diharapkan terjadi selama satu musim masa tanam berlangsung. Nilai curah hujan efektif (Re) didapat baik menggunakan persamaan maupun menggunakan *Software Cropwatt*.

b. Kelembaban

Kelembaban merupakan jumlah air yang terkandung dalam udara. Karena didalam udara terkandung uap air.

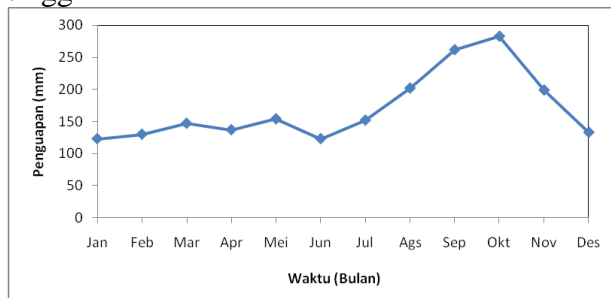


Gambar 4. Laju Perubahan Kelembaban Bulanan Tahun 2014

Kelembaban bulanan yang terjadi pada bulan Januari-Desember 2014 di Kabupaten Maros berkisar antara 60%-88%. Persentase kelembaban bulanan tertinggi terjadi pada bulan Januari 2014 sebesar 88%, tingginya persentase kelembaban karena pada bulan Januari merupakan puncak dari musim penghujan dan persentase kelembaban terendah terjadi pada bulan Oktober 2014 dengan persentase sebesar 60% yang merupakan puncak dari musim kemarau.

c. Penguapan

Penguapan adalah proses naiknya uap air ke atmosfer akibat dari suhu yang tinggi. Semakin panas suatu wilayah maka proses penguapan di daerah tersebut akan semakin tinggi

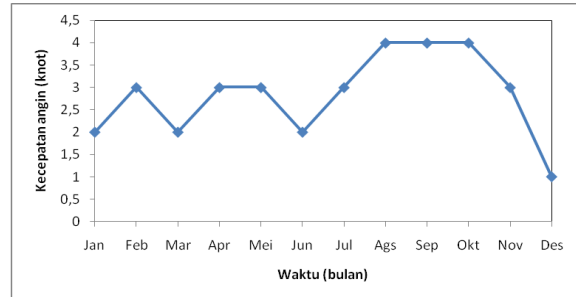


Gambar 5. Laju Perubahan Penguapan Bulanan Tahun 2014

Penguapan yang terjadi berkisar antara 123 mm–283 mm. Laju penguapan tertinggi terjadi pada bulan Oktober 2014 sebesar 283 mm karena pada bulan ini merupakan puncak dari musim kemarau sehingga uap air yang terdapat di permukaan bumi baik itu dari tanah maupun dari tanaman akan naik ke atmosfer. dan laju penguapan terendah terjadi pada bulan Januari 2014 dan Juni 2014.

d. Kecepatan Angin

Angin merupakan udara yang bergerak mengikuti rotasi bumi. Sedangkan Kecepatan angin berarti kemampuan udara bergerak persatuan waktu.

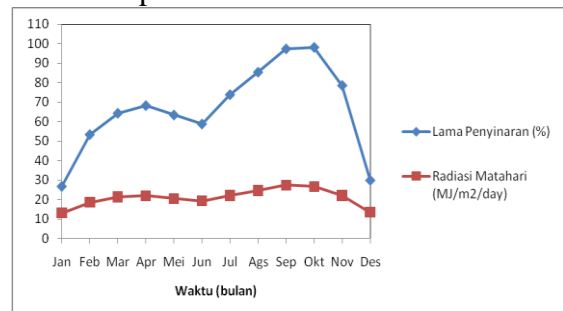


Gambar 6. Laju Perubahan Kecepatan Angin Tahun 2014

Kecepatan Angin yang terjadi mulai Januari 2014 hingga kecepatan angin yang terjadi mulai Januari-Desember 2014 di Kabupaten Maros berkisar antara 2–4 knot. Kecepatan angin tertinggi terjadi pada bulan Agustus–Oktober sebesar 4 knot dan kecepatan angin terendah terjadi pada bulan Desember 2014 sebesar 1 knot. Tingginya kecepatan angin yang terjadi pada bulan Agustus–Oktober 2014 karena sudah memasuki musim kemarau.

e. Lama Penyinaran dan Radiasi Matahari

Lama penyinaran merupakan lamanya matahari bersinar cerah sampai ke permukaan bumi. Semakin tinggi lama penyinaran maka matahari yang bersinar semakin lama pula.



Gambar 7. Laju Perubahan Lama Penyinaran Dan Radiasi Matahari Bulanan Tahun 2014

Lama penyinaran yang terjadi berkisar antara 26,9% hingga 98%. Lama penyinaran tertinggi terjadi pada bulan Oktober 2014 sebesar 98% dimana pada bulan ini merupakan puncak dari musim kemarau sehingga pancaran sinar matahari akan semakin lama bersinar dan lama penyinaran

terendah terjadi pada bulan Januari 2014 sebesar 26,9 sedangkan untuk radiasi matahari berkisar antara 13,2 MJ/m²/hari hingga 26,7 MJ/m²/hari. Dimana pancaran radiasi matahari tertinggi terjadi di bulan Oktober 2014 sebesar 26,7 MJ/m²/hari dan pancaran radiasi matahari terendah terjadi di bulan Januari 2014 sebesar 13,2 MJ/m²/hari.

Tekstur Tanah

Berdasarkan hasil pengujian uji karakteristik sifat fisik tanah didapatkan hasil bahwa kelas tekstur pada lokasi penelitian adalah liat. Dengan persentase tekstur adalah pasir 14%, debu 18% dan liat 68%.

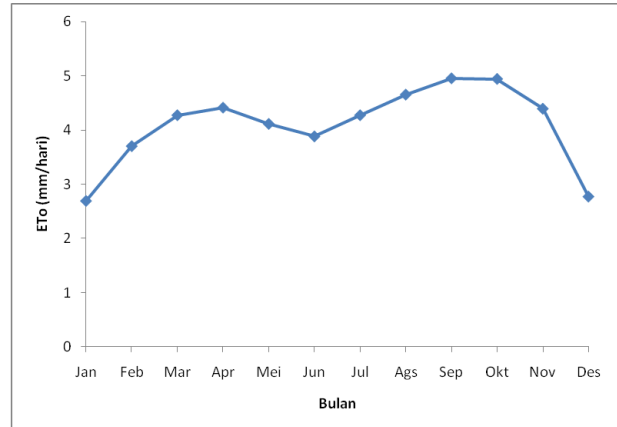
Evapotranspirasi

Untuk Nilai evapotranspirasi tanaman acuan atau evapotranspirasi tanaman standar dihitung dengan metode Penman dalam hal ini menggunakan *Software* CROPWAT 8.0. Untuk menghitung nilai evapotranspirasi tanaman acuan menggunakan *Software* ini maka diperlukan penginputan data klimatologi pada daerah lokasi penelitian. Data klimatologi yang diperlukan adalah data suhu, kelembaban, kecepatan angin dan lama penyinaran. Setelah mendapatkan nilai ETo maka nilai ETc dapat dihitung dengan menginput nilai Kc (Koefisien Tanaman).

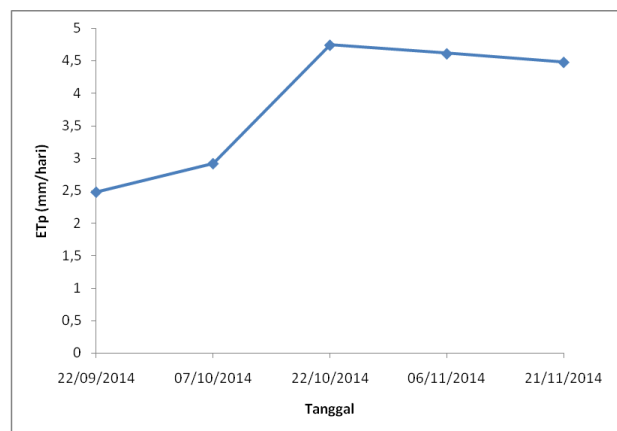
Tabel 1. Nilai ETo Dengan *Software* CROPWAT 8.0

Month	Avg Temp °C	Humidity %	Wind km/day	Sun %	Rad MJ/m ² /day	ETo mm/day
January	26.9	88	4	27	13.2	2.69
February	26.6	86	6	53	18.6	3.69
March	27.0	86	4	64	21.4	4.27
April	27.3	84	6	68	22.1	4.41
May	27.8	81	6	63	20.5	4.11
June	27.6	82	4	59	19.3	3.88
July	27.0	77	6	74	22.1	4.27
August	26.7	72	7	85	24.8	4.65
September	27.2	62	7	97	27.3	4.95
October	28.7	60	4	98	26.8	4.94
November	28.2	76	6	79	22.2	4.39
December	26.5	86	2	30	13.4	2.77
Average	27.2	78	5	66	21.0	4.09

Sumber : Data Sekunder, 2015



Gambar 8. Nilai ETo (mm/hari)



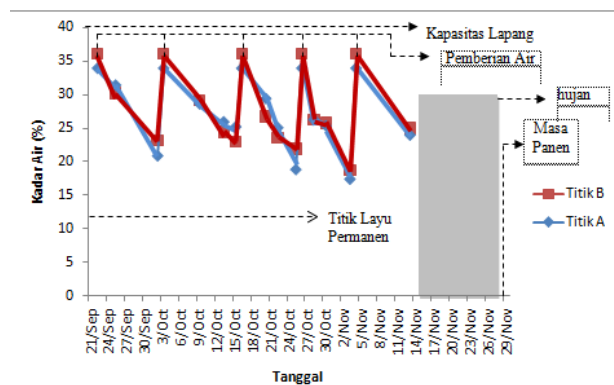
Gambar 9. Nilai ETc (mm/hari)

Kebutuhan air tanaman acuan (ETo) setiap bulan selama Tahun 2014 terdapat pada Gambar 10. Dimana nilai ETo tertinggi terjadi di bulan September 2014 dengan nilai sebesar 4,95 mm/hari karena pada bulan September 2014 merupakan awal dari puncak dari musim kemarau dimana puncaknya terjadi pada bulan Oktober 2014 dengan nilai ETo yang sebesar 4,94 mm/hari. Pada musim kemarau suhu permukaan bumi akan meningkat dan lama penyinaran memiliki persentase yang sangat besar evaporasi oleh tanaman yang terjadi sangatlah tinggi dan proses transpirasi yang dilakukan tanaman tentunya akan meningkat pada musim kemarau. Sedangkan nilai ETo terendah terjadi pada bulan Januari 2014 dengan nilai sebesar 2,69 mm/hari. Karena pada bulan ini merupakan musim hujan dengan menurunnya suhu dan rendahnya persentase

lama penyinaran matahari sehingga proses evaporasi dan transpirasi oleh tanaman kecil.

Berdasarkan Gambar 9 menunjukkan nilai kebutuhan air tanaman konsumtif (ETc) selama masa tanam III. Dimana masa tanam III tanaman jagung dimulai pada bulan September–November 2014. Nilai ETc didapatkan dengan mengalikan nilai ETo yang telah didapatkan sebelumnya dengan Koefisien Tanaman (Kc). Nilai Kc berlaku umum bagi varietas dari masing-masing jenis tanaman. Nilai Kc berbeda pada tiap jenis tanaman dan fase pertumbuhannya. Nilai Kc dihitung setiap setengah bulannya atau 15 hari karena dianggap fase pertumbuhan terjadi disetiap 15 hari tanaman dan nilai ETc akan dihitung di setiap setengah bulannya. Berdasarkan Gambar 11 nilai ETc tertinggi terjadi pada 15 hari ketiga dengan nilai sebesar 4,74 mm/hari. Dimana pada fase ini merupakan fase pembungaan dan setelahnya merupakan fase pengisian biji dengan nilai 4,6 mm/hari yang merupakan fase yang memerlukan banyak air untuk proses pertumbuhan tanaman.

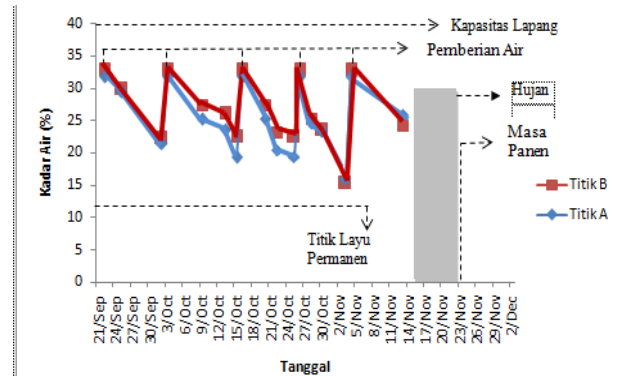
Kadar Air Tanah



Gambar 10. Kadar Air Tanah Petak I Selama Masa Tanam

Pada petak I dan petak II proses pengambilan sampel kadar air tanah dilakukan pada saat sebelum dan sesudah pemberian air pada tanaman dengan kedalaman > 10 cm. Kadar air tanah

mengalami peningkatan setelah proses pemberian air pada tanah. Kadar air tanah tertinggi terjadi pada saat setelah pemberian air pada tanaman.



Gambar 11. Kadar air tanah petak II selama masa tanam

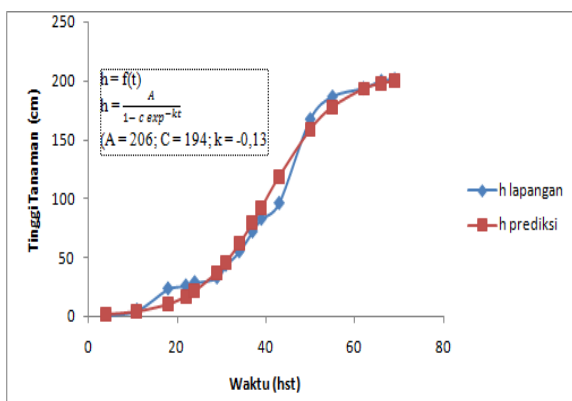
Hal ini terjadi karena proses penguapan belum terlalu besar terjadi dimana sampel diambil satu hari setelah pemberian air pada tanaman. Sedangkan kadar air tanah terendah terjadi pada saat sebelum pemberian air. Dimana akan terjadi penurunan kadar air tanah secara perlahan sesuai dengan kondisi iklim yang terjadi di lokasi penelitian. Bagian yang terblok merupakan saat dimana hujan mulai turun hingga masa panen. Pada saat ini tanah tidak perlu lagi pemberian air dari irigasi dan dapat dikatakan bahwa kadar air tanah akan meninggi akibat hujan yang terjadi dan kapasitas lapang pada daerah ini akan terjadi.

Pertumbuhan Tinggi Tanaman

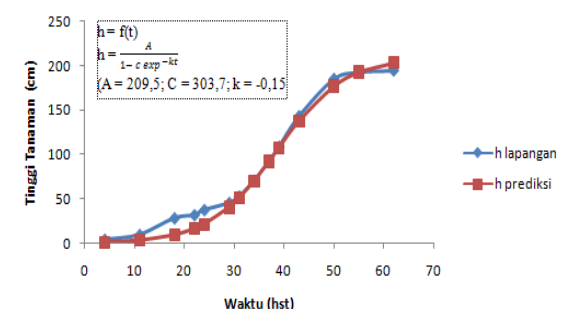
Pertumbuhan tinggi tanaman disetiap lokasi tidak selalu sama. Hal ini karena banyaknya faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman tersebut seperti tanah disekitar tanaman, intensitas cahaya yang diterima tanaman banyaknya air yang diterima tanaman maupun bibit dan proses selama pemeliharaan.

Perbandingan laju pertumbuhan rata-rata tanaman jagung selama masa tanam antara data lapangan dan prediksi terdapat

pada Gambar 12 dan 13. Nilai prediksi didapatkan dari persamaan yang didapatkan dan diolah menggunakan *Solver* pada *Microsoft Excel*. Perbedaan tinggi tanaman antara data lapangan dan prediksi pada Petak I memiliki nilai yang hampir sama. Perbedaan paling signifikan terjadi pada minggu kedua setelah masa tanam. Untuk Petak II pertumbuhan tinggi tanaman di lapangan memiliki nilai yang berbeda dengan nilai prediksi yaitu pada awal masa tanam dan menjelang akhir masa tanam karena pertumbuhan tinggi yang terjadi di lapangan mengalami peningkatan yang sangat signifikan.



Gambar 12. Perbandingan Tinggi Tanaman Lapangan Dan Prediksi Pada Petak I

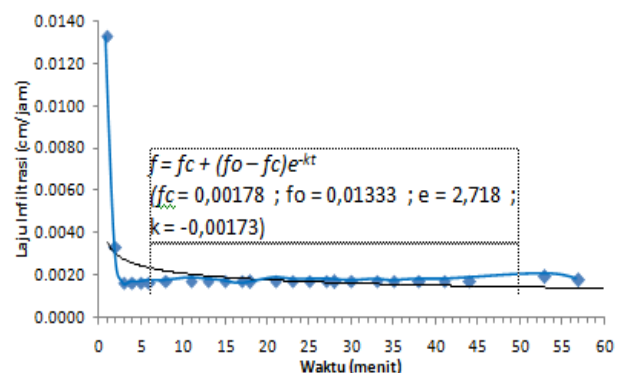


Gambar 13. Perbandingan Tinggi Tanaman Lapangan Dan Prediksi Pada Petak II

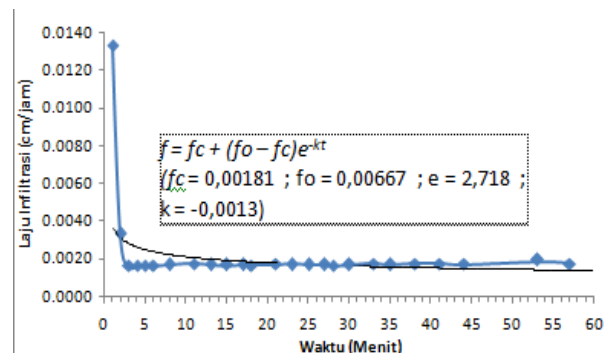
Berdasarkan data lapangan tingginya pertumbuhan tinggi tanaman pada Petak II karena lahan terletak dekat dengan sumber air yang digunakan dalam proses pemenuhan kebutuhan air tanaman.

Infiltrasi

Berdasarkan Gambar 14 dan Gambar 15 menunjukkan tentang laju infiltrasi yang terjadi pada Petak I dan Petak II. Dimana infiltrasi merupakan proses masuknya air ke dalam tanah. Untuk mengetahui berapa besar laju infiltrasi yang terjadi pada Petak I dan Petak II digunakan ring infiltrometer sederhana. ring infiltrometer ditempel dengan mistar untuk dan ditanam sampai kondisinya tidak bisa bergerak-gerak dan air yang berada didalam ring infiltrometer akan dicatat penurunannya per menitnya. laju infiltrasi pada kedua petak mengalami penurunan yang drastis pada menit pertama karena proses pengambilan data di lapangan dilakukan pada lahan yang telah diolah sehingga air akan cepat terserap pada menit-menit awal dan laju infiltrasi pada menit selanjutnya cenderung lambat bahkan dalam satu menit kadang tidak terjadi penurunan air.



Gambar 14 Laju Infiltrasi Petak I



Gambar 15. Laju Infiltrasi Petak II

Hal ini karena tekstur tanah pada petakan merupakan tanah liat. Dimana liat memiliki sifat susah menyerap air karena antara satu partikel dengan partikel lain menempel dengan kuat. Laju infiltrasi akan mengalami penurunan di tiap menitnya dan akan mencapai kapasitas lapang ketika tanah sudah tidak mampu lagi menyerap air ke dalam permukaan tanah atau dikatakan tanah sudah mencapai kondisi jenuh. Dalam menghitung laju infiltrasi, metode yang digunakan adalah Metode Horton dimana dalam metode ini menerapkan bahwa kapasitas infiltrasi akan berkurang seiring bertambahnya waktu hingga mendekati nilai konstan.

Volume Air

Tabel 2. Volume Air Pada Lahan Tanaman Jagung

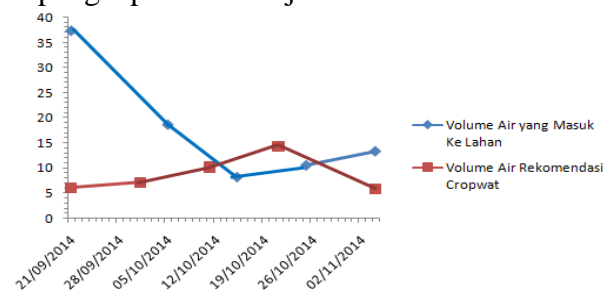
Tanggal	Tinggi Air (cm)		Waktu (s)		Opompa (m³/s)	Volume Air (m³)	
	petak 1	petak 2	petak 1	petak 2		petak 1	petak 2
21/09/14	4	4	14400	14400	0,0026	37,44	37,44
05/10/14	5	0	7200	0		18,72	0
07/10/14	0	5	0	7200		0	18,72
15/10/14	5	5	3180	2460		8,268	6,396
25/10/14	6	6	4080	3660		10,608	9,516
04/11/14	5	5	5160	6900		13,416	17,94
TOTAL						88.452	90.012

Sumber : Data primer, 2015.

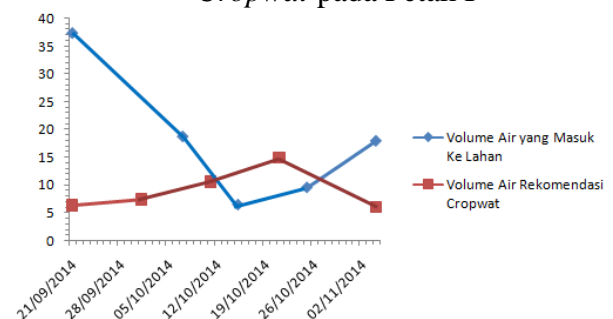
Pemberian air pada tanaman dilakukan disetiap minggunya. Pemberian air pada tanaman jagung tidak seperti tanaman padi karena ketika pemberian air dilakukan secara berlebih akan mengakibatkan tanaman akan membusuk. Pemberian air pada tanaman paling banyak terjadi pada awal masa tanam. Hal ini dilakukan karena kondisi lahan yang sangat kering karena lama tidak ditanami sehingga diperlukan pemberian air yang banyak sehingga setiap lapisan tanah tidak mengalami kekeringan agar tanaman yang akan ditanam tidak mengalami kekurangan air akibat tanah

yang terlalu kering. Total pemberian air pada tanamn di petak II lebih banyak dibandingkan di petak I. Hal ini karena petak II memiliki luasan yang lebih besar dibandingkan petak I sehingga proses pemberian airnya tentu lebih banyak. Pada pemberian air untuk kedua kalinya jumlah air yang diberikan tidak terlalu banyak. Hal ini karena pada proses pemberian air tersebut umur tanaman masih muda sehingga jika diberikan air terlalu banyak maka tanaman akan mengalami pembusukan.

Volume air didapatkan dengan mengalikan debit pompa dengan waktu proses pemberian air pada tanaman. Debit pompa didapatkan dengan mengukur berapa banyak air yang dikeluarkan oleh pompa per detiknya. Pemberian air pada tanaman dilakukan di pagi hari, hal ini bertujuan agar proses penguapan pada lahan tidak terjadi terlalu besar karena kalau pemberian air dilakukan pada siang hari tentunya suhu udara akan meningkat dan akan membuat proses penguapan akan terjadi lebih besar.



Gambar 16. Perbandingan Pemberian Air pada Lahan dari Petani dan Cropwat pada Petak I



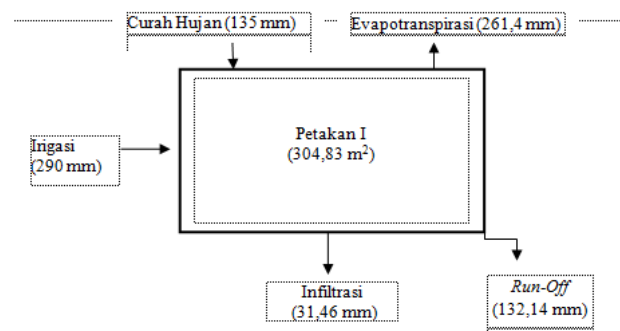
Gambar 17. Perbandingan Pemberian Air pada Lahan dari Petani dan Cropwat pada Petak II

Perbandingan volume air yang diberikan oleh petani ke lahan dan volume air rekomendasi *Cropwat* terdapat pada Gambar 18 dan Gambar 19. Pemberian air yang dilakukan oleh petani dilakukan selama 5 kali selama masa tanam dengan rentang waktu yang tidak ditentukan sedangkan rekomendasi *Cropwat* pemberian air dilakukan selama 5 kali pula dengan durasi 10 hari. Total Pemberian air oleh petani adalah $88,452 \text{ m}^3$ untuk petak I dan $90,012 \text{ m}^3$ untuk petak II sedangkan total pemberian air rekomendasi *Cropwat* adalah $37,86 \text{ m}^3$ untuk petak I dan $39,128 \text{ m}^3$ untuk petak II. Pemberian air dari petani dan rekomendasi *Cropwat* memiliki selisih yang besar yaitu $44,71 \text{ m}^3$ untuk petak I dan $44,8 \text{ m}^3$ untuk petak II. Hal ini karena petani memperhatikan kondisi tanah disekitar lahan yang cenderung kering akibat suhu sekitar yang meninggi akibat musim kemarau ditambah lagi pemberian air pada awal masa tanam yang sangat banyak karena kondisi tanah yang sangat kering akibat lama tidak dipergunakan dan memang ada kecenderungan dari petani memberikan air secara berlebih kepada tanaman. Sedangkan rekomendasi penggunaan air dari *Cropwat* yang lebih kecil karena penggunaannya dihitung secara sistematis oleh program sehingga tidak ada air yang terbuang dalam lahan yang berarti seluruh air tersebut digunakan sepenuhnya oleh tanaman selama masa tanam.

Produksi Air yang Termanfaatkan

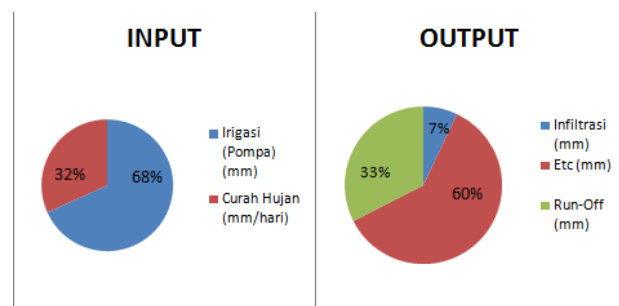
Air yang digunakan selama proses tanam tanaman jagung tidak semuanya dimanfaatkan oleh tanaman. Selama masa tanam volume air yang masuk kedalam lahan adalah $88,452 \text{ m}^3$ untuk Petak I dan $90,012 \text{ m}^3$ untuk petak II. Selama masa tanam terjadi hujan diakhir-akhir masa tanam. Hujan terjadi selama pada saat fase pemasakan biji oleh tanaman. Air yang sebenarnya termanfaatkan dengan baik adalah nilai evapotranspirasi konsumtif (Etc) selama masa tanam sebesar 261,4 mm.

Tetapi air yang dimasukkan kedalam lahan tidak mungkin sekecil itu. Karena lingkungan di sekitar tanaman juga memerlukan air yang cukup seperti tanah memerlukan air yang cukup untuk proses penggemburan tanah, proses infiltrasi dan proses penguapan maupun proses transpirasi juga memerlukan air. Air berlebih yang tidak termanfaatkan akan menjadi aliran permukaan (*Run-off*).



Gambar 18. Pola Keseimbangan Air dalam Petak I

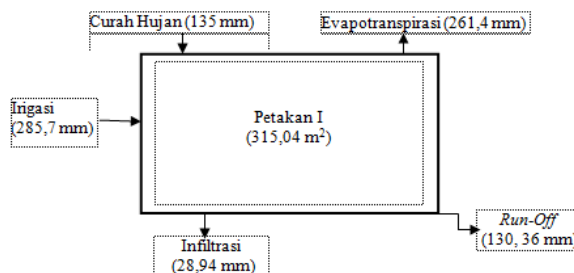
Berdasarkan pola keseimbangan air pada petak I maka dapat dibuatkan diagram yang menggambarkan tentang masuk dan keluarnya air selama proses tanam berlangsung. Jumlah air yang masuk tidak seluruhnya digunakan oleh tanaman karena ada yang terinfiltrasi dan ada pula yang menjadi aliran permukaan (*Run-Off*).



Gambar 19. Diagram Persentase Masuk Dan Keluarnya Air Selama Proses Tanam Pada Petak I

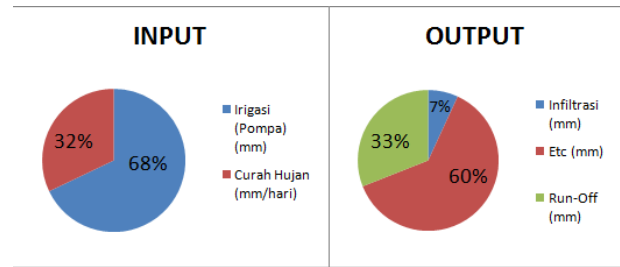
Gambar 19 menunjukkan nilai masuk dan keluarnya air selama masa tanam dalam

bentuk persentase pada petak I. Irigasi dan curah hujan merupakan *input* selama proses tanam. Pemberian air dilakukan secara kontinu oleh petani dalam rentang waktu tertentu. Irigasi memiliki persentase yang besar karena selama proses tanam air diberikan melalui pompa sedangkan hujan turun pada saat fase pemasakan biji. Untuk *output* sendiri terdiri dari infiltrasi, evapotranspirasi konsumtif (ETc) dan aliran permukaan (*Run-Off*). Evapotranspirasi konsumtif merupakan kebutuhan air yang dibutuhkan oleh tanaman dengan persentase terbesar yaitu 60% dan infiltrasi memiliki persentase terkecil sebesar 7% yang merupakan proses masuknya air ke dalam tanaman dan air yang menjadi aliran permukaan (*Run-Off*) memiliki persentase 33% karena pada saat awal masa tanam air yang diberikan pada lahan sangat banyak diakibatkan kondisi lahan yang kering sehingga air yang tidak masuk ke tanah akan menjadi aliran permukaan.



Gambar 20. Pola Kesetimbangan Air dalam Petak II

Pola kesetimbangan air pada petak II memiliki nilai dengan perbedaan yang tidak jauh berbeda dengan petak I. Hal yang membedakan hanya jumlah air yang masuk ke lahan dari irigasi dan besarnya infiltrasi yang terjadi pada lahan begitupun dengan nilai aliran permukaan pada petak II. Berikut adalah diagram persentase aktivitas *Input* dan *Output* yang terjadi pada lahan selama masa tanam



Gambar 21. Diagram Persentase Masuk Dan Keluarnya Air Selama Proses Tanam Pada Petak II

Pada diagram aktivitas air yang masuk dan keluar ke lahan pada petak II memiliki persentase yang sama dengan petak I karena nilai aktivitas air yang masuk dan keluar memiliki perbedaan yang kecil. Luas lahan kedua petak juga memiliki perbedaan yang tidak terlalu besar sehingga kebutuhan air kedua lahan hampir sama.

Produksi Tanaman

Dalam melakukan penanaman tentunya produksi akan menjadi tujuan utama yang diinginkan petani. Tingginya produksi sangat dipengaruhi oleh pemilihan bibit yang tepat dan perlakuan petani terhadap tanaman selama tanam. Pemupukan dan pemberian racun pada hama merupakan perlakuan yang harus dilakukan oleh petani. Dengan melakukan pemupukan yang tepat dan optimal maka tanaman akan tumbuh dengan baik. Tetapi pemberian racun pada hama juga tentunya akan mempengaruhi produksi pada tanaman.

Untuk petak I produksi tanaman jagung sebesar 900 buah dengan luas lahan sebesar 304,8 m². Sedangkan untuk petak II produksi tanaman jagung sebesar 1050 buah dengan luas lahan sebesar 315,04 m². Hasil panen tersebut kemudian dijual kepada pedagang harga Rp 5.000,-/tusuk dimana satu tusuknya terdiri dari 13 buah jagung. Berdasarkan data tersebut maka yang didapatkan petani untuk petak I dan petak II sebesar Rp 750.000,-.

Untuk 1 kilogram jagung pulut terdiri dari 5 atau 6 tongkol jagung pulut. Untuk itu pada petak I produksi tanaman jagung

sebesar 900 buah atau 180 kg dan untuk petak II produksi tanaman jagung sebesar 1050 buah atau 210 kg. Jika produksi tersebut dikorelasikan dengan volume air yang masuk dilahan maka untuk menghasilkan satu kilogram jagung pulut diperlukan $2,03 \text{ m}^3$ air untuk petak I dan $2,33 \text{ m}^3$ air untuk petak II. Hal ini sesuai dengan penelitian Aqil (2009) dari Badan Penelitian Tanaman Serealia bahwa penelitian Produktivitas air dari Tanaman Jagung berkisar antara $0,22 \text{ kg/m}^3$ – $3,99 \text{ kg/m}^3$

KESIMPULAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian adalah :

1. Kebutuhan air tanaman jagung pada masa tanam III adalah 2,28 mm/hari pada 15 hari pertama, 2,91 mm/hari pada 15 hari kedua, 4,73 pada 15 hari ketiga, 4,6 mm/hari pada 15 hari keempat dan 4,47 mm/hari pada 15 hari kelima.
2. Kebutuhan air tanaman mengalami peningkatan pada 15 hari ketiga dan 15 hari keempat karena pada saat ini tanaman berada pada fase pembungaan dan selanjutnya berada pada fase pengisian biji sehingga memerlukan air yang cukup.
3. Nilai ETc dipengaruhi oleh nilai koefisien tanaman (Kc) yang berubah disetiap 15 harinya karena dianggap fase pertumbuhan tanaman terjadi disetiap 15 hari tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Aqil, Firmansyah, dan Nining, 2009. *Peluang Peningkatan Produksi Pangan Melalui Penerapan Konsep Produktivitas Air Tanaman*. Balai Penelitian Tanaman Serealia : Maros.

ANALISIS EFISIENSI PEMBERIAN AIR PADA JARINGAN IRIGASI PRIMER BILI-BILI KABUPATEN GOWA

Muh. Rahman Syah¹, Sitti Nur Faridah² dan Ahmad Munir²

¹⁾ Alumni Program Studi Keteknikan Pertanian Fakultas Pertanian, Unhas

²⁾ Staf Pengajar Program Studi Keteknikan Pertanian Fakultas Pertanian, Unhas

ABSTRAK

Situasi Saluran Irigasi Bili-Bili banyak terjadi perubahan fisik penampang saluran yaitu banyak tergerus penampang saluran baik secara horisontal maupun vertikal saluran, air yang mengalir dari saluran primer ke saluran sekunder dan tersier menuju ke sawah sering terjadi kehilangan air sehingga dalam perencanaan selalu dianggap tidak sesuai diharapkan akibat banyak terjadi kehilangan jumlah air sebelum air itu sampai di sawah. Kehilangan air yang terjadi erat hubungannya dengan efisiensi. Besaran efisiensi dan kehilangan air berbanding terbalik. Bila angka kehilangan air naik maka efisiensi akan turun dan begitu pula sebaliknya. Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah menganalisis besarnya efisiensi dan kehilangan air pada jaringan irigasi Primer Bili-Bili, yang terletak di Desa Bili-Bili, Kabupaten Gowa. Penelitian ini dilakukan pada saluran primer. Efisiensi dan kehilangan air dianalisis dengan menggunakan metode debit. masuk - debit keluar. Data yang digunakan dalam analisis ini adalah data primer berupa data luas dimensi penampang basah saluran dan kecepatan aliran dengan *current meter* untuk saluran primer. Selain data primer juga digunakan data sekunder berupa data evaporasi 10 tahun terakhir dari Stasiun Bonto Bili. Berdasarkan hasil analisis, Kehilangan air secara keseluruhan pada jaringan irigasi primer Bili-Bili adalah 0.6945 m³/detik. Kehilangan air yang terjadi akibat evaporasi sangat kecil, sehingga air yang hilang lebih disebabkan oleh faktor fisik saluran dengan kehilangan yang banyak terjadi pada saluran segmen 1, dan segmen 2. Efisiensi rata-rata secara keseluruhan pada jaringan irigasi Primer Bili-Bili adalah 88.69 %.

Kata kunci : *Irigasi Saluran Primer, current meter, Efisiensi Irigasi, Evaporasi.*

PENDAHULUAN

Air merupakan unsur terpenting dalam pengelolaan dan pemeliharaan pertanian, semakin meningkatnya kebutuhan air dalam rangka intensifikasi dan perluasan areal persawahan, serta terbatasnya persediaan air untuk irigasi dan keperluan-keperluan lainnya, terutama pada musim kemarau, maka penyaluran dan pemakaian air irigasi harus dilaksanakan secara lebih efisien dan efektif. Pemanfaatan air oleh petani dilakukan untuk memenuhi kebutuhan air di sawah, pertanian ladang kering. Untuk lahan pertanian, jumlah air yang dibutuhkan disesuaikan dengan kebutuhan air tanaman.

Pemberian air dapat dinyatakan efisien bila debit air yang disalurkan melalui sarana irigasi seoptimal mungkin.

Air yang mengalir dari saluran primer ke saluran sekunder dan tersier menuju ke sawah sering terjadi kehilangan air sehingga dalam perencanaan selalu dianggap tidak sesuai diharapkan akibat banyak terjadi kehilangan jumlah air sebelum air itu sampai di sawah. Kehilangan air yang terjadi erat hubungannya dengan efisiensi. Besaran efisiensi dan kehilangan air berbanding terbalik. Bila angka kehilangan air naik maka efisiensi akan turun dan begitu pula sebaliknya.

Kehilangan air yang terjadi pada saluran primer melalui evaporasi,

rembesan, eksploitasi dan bocoran. Evaporasi, bocoran, eksploitasi dan rembesan relatif lebih mudah untuk diperkirakan dan dikontrol secara teliti. Kehilangan air secara berlebihan perlu dicegah dengan cara peningkatan saluran menjadi permanen dan pengontrolan operasional sehingga debit tersedia dapat dimanfaatkan secara maksimal bagi peningkatan produksi pertanian dan taraf hidup petani.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis besarnya Efisiensi dan Kehilangan air pada Jaringan Irigasi Primer Bili-Bili, Kabupaten. Gowa.

METODOLOGI PENELITIAN

Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Langkah-langkah Pengukuran di Lapangan

- Pengukuran kecepatan aliran dengan pelampung
 - Ukur kedalaman saluran dengan tiang ukur dari alat *current meter*
 - Pilih propeller yang sesuai dengan kedalaman saluran, sehingga dapat digunakan untuk beberapa titik vertikal yaitu 0.2h, 0.6h, 0.8h dimana h merupakan kedalaman saluran.
- Current meter* dipasang pada tiang ukur (statis) dengan kedalaman 0.2h, 0.6h, dan 0.8h, kemudian tiang ukur dimasukkan ke dalam air sampai alas tiang ukur terletak di dasar saluran dengan propeller menghadap arah aliran (arus air).
- Pengukuran saluran sepanjang 3000 meter lalu di bagi enam segmen masing-masing 0 m, 600 m, 1200 m, 1800 m, 2400 m, 3000 m.
- Mengukur kecepatan aliran setiap 0 m, 600 m, 1200 m, 1800 m, 2400 m, 3000 m dengan 3 kali pengulangan yaitu pagi, siang dan sore.

- Mengukur dimensi penampang basah aliran setiap titik segmen

Teknik Analisis Data

Teknik analisa data dalam penulisan ini melalui tahapan sebagai berikut :

- Analisis kecepatan aliran dengan alat ukur *Current meter* dengan menggunakan *mid section method*.
- Analisis debit masuk dan debit keluar pada saluran primer setiap titik segmen
- Analisis Efisiensi Aliran setiap titik segmen
- Analisis evaporasi
- Analisis kehilangan aliran tiap titik segmen karena evaporasi, rembesan dan kebocoran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Di Bili-Bili

Bili-Bili terletak di Kabupaten gowa merupakan wilayah yang secara geografis terletak pada titik koordinat $5^{\circ} 33' 6''$ - $5^{\circ} 34' 7''$ LS dan $12^{\circ} 38' 6''$ - $12^{\circ} 33' 6''$ BT dengan total wilayah seluas 206,33 Km².

Luas wilayah Bili-Bili seluruhnya berjumlah kurang lebih 206,33 Km².

Daerah irigasi Primer Bili-Bili memiliki 1 bendung, dimana dalam pengukuran ini diteliti sepanjang 3000 meter dan dibagi 6 segmen titik pengukuran. Deskripsi mengenai jarak masing-masing Segmen ditabulasikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Pengukuran Jarak masing-masing Segmen

No	Saluran Primer	Jarak antar segmen (m)
1	Segmen 1	+0
2	Segmen 2	600
3	Segmen 3	600
4	Segmen 4	600
5	Segmen 5	600
6	Segmen 6	600

Sumber : Hasil pengukuran

Analisis debit pada setiap titik segmen saluran primer

Tabel 2. Debit (Q) pada Saluran Primer

No	Saluran Primer	Debit (m ³ /s)		
		Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3
1	Segmen 1	1.8266	1.2094	1.2931
2	Segmen 2	1.2035	0.9231	1.1997
3	Segmen 3	0.9917	0.9107	0.9109
4	Segmen 4	0.9685	0.8914	0.8497
5	Segmen 5	0.9184	0.8353	0.8171
6	Segmen 6	0.8846	0.6823	0.6787

Sumber : Hasil perhitungan. 2013

Berdasarkan persamaan (5). maka hasil perhitungan debit aliran dilihat pada Tabel dilampiran 1 tersebut. Berdasarkan Tabel 2 di atas maka analisis debit pada setiap titik segmen berdasarkan data pengukuran kecepatan aliran. dan luas penampang basah saluran. Pengukuran kecepatan aliran pada saluran primer menggunakan *current meter*. Analisis debit ini terlihat pada tabel 4.2 di atas yaitu analisis pada tahap 1. tahap 2 dan tahap 3. dimana debit yang paling besar yaitu pada segmen pertama pada tahap 1 begitupun pada tahap 2 dan tahap 3 terdapat pada segmen 1. walaupun hal ini tidak terlihat perbedaan yang signifikan

Analisis Evaporasi

Tabel 3. Perhitungan evaporasi sepanjang saluran Primer

Ruas pengukuran saluran primer	Luas A (m ²)	Evaporasi rata-rata (mm/hari)	Evaporasi saluran (m ³ /detik)
Segmen 1	2892	3.98	0.000133173
Segmen 2	2640	3.98	0.000121568
Segmen 3	2760	3.98	0.000127094
Segmen 4	2880	3.98	0.00013262
Segmen 5	2712	3.98	0.000124884

Sumber : Hasil perhitungan. 2013

Berdasarkan Tabel 3 di atas menunjukkan bahwa analisis evaporasi dilakukan untuk mengetahui besarnya evaporasi sepanjang saluran yang ditinjau.

Analisis evaporasi menggunakan data evaporasi harian 10 tahun terakhir dari Stasiun Bonto Bili dengan besar evaporasi rata-rata 3.98 mm/hari. Berdasarkan persamaan (2) dan dimensi permukaan (panjang dan lebar permukaan air) dari masing-masing segmen pengukuran. maka nilai evaporasinya dapat dilihat pada tabel diatas tersebut. hal ini terlihat bahwa nilai Evaporasi yang paling besar terdapat pada segmen 1. salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya nilai evaporasi berdasarkan tabel tersebut adalah luas permukaan penampang itu artinya semakin besar nilai luas permukaan maka semakin besar Evaporasinya dan sebaliknya.

Analisis Rembesan

Analisis Rembesan dilakukan untuk mengetahui perbandingan kehilangan air pada saluran dengan kehilangan akibat evaporasi sepanjang saluran yang ditinjau. Analisis rembesan menggunakan hasil perhitungan kehilangan air lalu dikurangi hasil perhitungan evaporasi. Maka nilai rembesannya dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4. Perhitungan Rembesan sepanjang Saluran Primer.

No	Saluran Primer	Kehilangan (m ³ /s)	Evaporasi (m ³ /s)	Rembesan (m ³ /s)
1	Segmen 1	0.33429	0.0001331	0.33416
2	Segmen 2	0.17097	0.0001215	0.17085
3	Segmen 3	0.03455	0.000127	0.03442
4	Segmen 4	0.04627	0.0001326	0.04614
5	Segmen 5	0.10843	0.0001248	0.10831
Total		0.69454	0.000639	0.6939

Sumber : Hasil perhitungan. 2013

Berdasarkan Tabel 4 ini menunjukkan bahwa kehilangan air yang paling tinggi terdapat pada segmen 5 dan kehilangan air yang paling rendah terdapat pada segmen 4. hal ini dipengaruhi oleh faktor rembesan dan memang rembesan yang paling tinggi terdapat pada segmen 1 dan terendah terdapat pada segmen 4. berdasarkan hasil

analisis ini antara kehilangan dengan rembesan berbanding lurus dengan nilai rembesan semakin tinggi nilai rembesan maka semakin tinggi pula kehilangan air pada penampang saluran primer tersebut.

Analisis Kehilangan Air dan Efisiensi Jaringan Irigasi

Kehilangan air dan efisiensi dianalisis tiap segmen pengukuran dengan jarak tertentu sesuai panjang masing-masing saluran segmen pada saluran primer.

Kehilangan air pada saluran primer segmen 1 dengan rata-rata kehilangan air $0.0146 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan efisiensi masing-masing 98.16%, 98.73% dan 97.99%. Kehilangan air yang terjadi tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Sedangkan evaporasi sepanjang saluran sangat kecil sebesar $0.00167764 \text{ m}^3/\text{det}$ dan tidak terlalu berpengaruh pada kehilangan air, sehingga faktor fisik saluran yang menyebabkan adanya air yang hilang dalam perjalanannya. Hasil pengamatan lapangan menunjukkan bahwa sebagian dasar saluran primer segmen 1 telah tergerus sehingga air hilang disebabkan oleh rembesan secara vertikal (kebocoran).

Saluran primer segmen 2, kehilangan air yang terjadi pada masing-masing waktu pengukuran juga tidak ada perbedaan yang signifikan yaitu $0.0793 \text{ m}^3/\text{det}$ (tahap 1), $0.0643 \text{ m}^3/\text{det}$ (tahap 2), dan $0.0482 \text{ m}^3/\text{det}$ (tahap 3) dengan rata-rata secara keseluruhan adalah $0.0639 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan efisiensinya masing-masing adalah 90.60%, 93.72% dan 94.23%. Angka ini tidak terlalu mempengaruhi kehilangan air sehingga lebih banyak terjadi karena faktor fisik. Pada saluran primer segmen 2, sebagian dinding dan dasar saluran telah tergerus sehingga terjadi rembesan horizontal dan vertikal.

Kehilangan air rata-rata adalah $0.0298 \text{ m}^3/\text{det}$ (primer segmen 3) dan $0.0048 \text{ m}^3/\text{det}$ (primer segmen 4). Angka kehilangan ini tidak terlalu dipengaruhi oleh evaporasi, karena evaporasi masing-

masing sangat kecil yaitu $0.00278501 \text{ m}^3/\text{det}$ dan $0.00383913 \text{ m}^3/\text{det}$ serta efisiensinya adalah 99.92%, 96.08% dan 92.67% untuk segmen 3, untuk segmen 4 yaitu 99.98%, 99.67% dan 98.38%. Oleh karena itu, kehilangan air disebabkan oleh faktor fisik saluran yang mana air merembes pada dinding dan dasar saluran. Selain itu banyaknya endapan pada dasar saluran menyebabkan aliran air yang lambat sehingga peluang intensitas rembesannya menjadi lebih tinggi. Walaupun karakteristik salurannya sama, tetapi besarnya kehilangan air berbeda karena faktor banyaknya bocoran dan retakan sepanjang saluran primer yang menyebabkan rembesan yang intensitasnya lebih tinggi. Semakin banyak bocoran dan retakan pada penampang saluran tersebut maka potensi kehilangan air akan semakin banyak.

Pada Segmen 5 Efisiensinya antara tahap 1, tahap 2, dan tahap 3 yaitu 81.50%, 82.45% dan 86.15% serta Kehilangan air yang terjadi rata-rata saluran primer adalah $0.1266 \text{ m}^3/\text{s}$.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis adalah:

1. Kehilangan air secara keseluruhan pada jaringan irigasi primer Bili-Bili adalah $0.6945 \text{ m}^3/\text{detik}$. Pada debit rata-rata kehilangan air yang terjadi akibat evaporasi sangat kecil, sehingga air yang hilang lebih disebabkan oleh faktor fisik saluran dengan kehilangan yang banyak terjadi pada saluran primer segmen 1 dan segmen 2
2. Efisiensi pengaliran pada segmen irigasi primer Bili-Bili adalah 88.69 % dengan efisiensi saluran primer segmen 1 sebesar 78.33 %, segmen 2 sebesar 85.66 %, segmen 3 sebesar 96.27 %, segmen 4 sebesar 96.16 dan segmen 5 sebesar 87.01 %.

Saran

1. Kehilangan air pada jaringan irigasi primer Bili-Bili sebesar $0.2397 \text{ m}^3/\text{detik}$ lebih banyak terjadi pada saluran primer segmen 5 dan segmen 2. maka perlu peningkatan saluran tersebut melalui rehabilitasi.
2. Penelitian yang dilakukan mengenai Analisis Efisiensi Pemberian Air pada Jaringan Irigasi pada Saluran Primer Bili- Bili hanya melihat faktor evaporasi dan rembesan. Oleh karena itu, perlu adanya penelitian mengenai Analisis Efisiensi Pemberian Air pada Jaringan Irigasi secara keseluruhan dengan memperhitungkan besarnya perkolasi, rembesan, dan evaporasi pada tingkat usaha tani sampai jaringan utama irigasi Bili-Bili.

MODEL PENGERINGAN LAPISAN TIPIS GABAH VARIETAS *LEA* (BERAS MERAH) DAN VARIETAS *LALLODO* (BERAS HITAM) (*Oryza Sativa* L)

St. Fitriani Sari Bulan¹⁾ Supratomo²⁾ dan Olly Sanny Hutabarat²⁾

¹⁾ Alumni Program Studi Keteknikan Pertanian Fakultas Pertanian, Unhas

²⁾ Staf Pengajar Program Studi Keteknikan Pertanian Fakultas Pertanian, Unhas

ABSTRAK

Padi lokal (*land rice*) merupakan plasma nutfah yang potensial sebagai sumber gen-gen yang mengendalikan sifat-sifat penting pada tanaman padi. Pemeliharaan yang sangat minim, dan berbatang tinggi, sehingga tidak perlu membungkuk ketika memanen, hasilnya yang stabil, input rendah, bentuk gabah kecil ramping yang disukai petani dan konsumen adalah kelebihan dari padi lokal. Penelitian ini menggunakan padi lokal gabah varietas *Lea* dan gabah varietas *Lallodo* yang diperoleh dari kecamatan Balusu kabupaten Toraja Utara. Dengan alat pengering *tray dryer* gabah dikeringkan dengan menggunakan variasi suhu (50, 55, dan 60°C) dan kecepatan udara 1 m/s. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel dengan suhu 50°C membutuhkan waktu pengeringan yang lebih lama sekitar 16 jam, untuk mencapai kadar kesetimbangan. Pola penurunan kadar air pada pengeringan lapisan tipis gabah varietas *Lea* dan varietas *Lallodo* terjadi karena perbedaan suhu pengeringan. Ada lima jenis model pengeringan yang digunakan untuk mendeteksi perilaku MR yaitu model Newton, model Henderson & Pabis, model Page, model *Two term exponential*, dan model Thompson. Persamaan model Page untuk tiga level suhu dan dengan dua sampel yang berbeda menunjukkan nilai R^2 yang lebih besar atau mendekati 1 dibandingkan dengan keempat model lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa model Page adalah model pengeringan terbaik untuk mempresentasikan pengeringan suatu bahan karena memiliki kesesuaian terhadap karakteristik pengeringan lapisan tipis gabah varietas *Lea* dan gabah varietas *Lallodo*.

Kata Kunci: Gabah varietas *Lea* dan *Lallodo*, Kadar Air, Model Pengeringan, Pengeringan Lapisan Tipis

PENDAHULUAN

Padi lokal (*land rice*) merupakan plasma nutfah yang potensial sebagai sumber gen-gen yang mengendalikan sifat-sifat penting pada tanaman padi. Gabah merupakan bahan yang mudah rusak, dimana gabah yang baik memiliki kadar air berkisar 14% dimana kadar air awal gabah berkisar 22 sampai 27% untuk mendapatkan kadar air yang baik maka perlu dilakukan proses pasca panen salah satunya yaitu proses pengeringan dimana, proses ini dapat menurunkan kadar air gabah sehingga menghambat adanya pertumbuhan mikroorganisme yang dapat merusak kualitas gabah.

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui model pengeringan lapisan tipis yang sesuai pada karakteristik padi varietas *Lea* maupun *Lallodo* selama proses pengeringan.

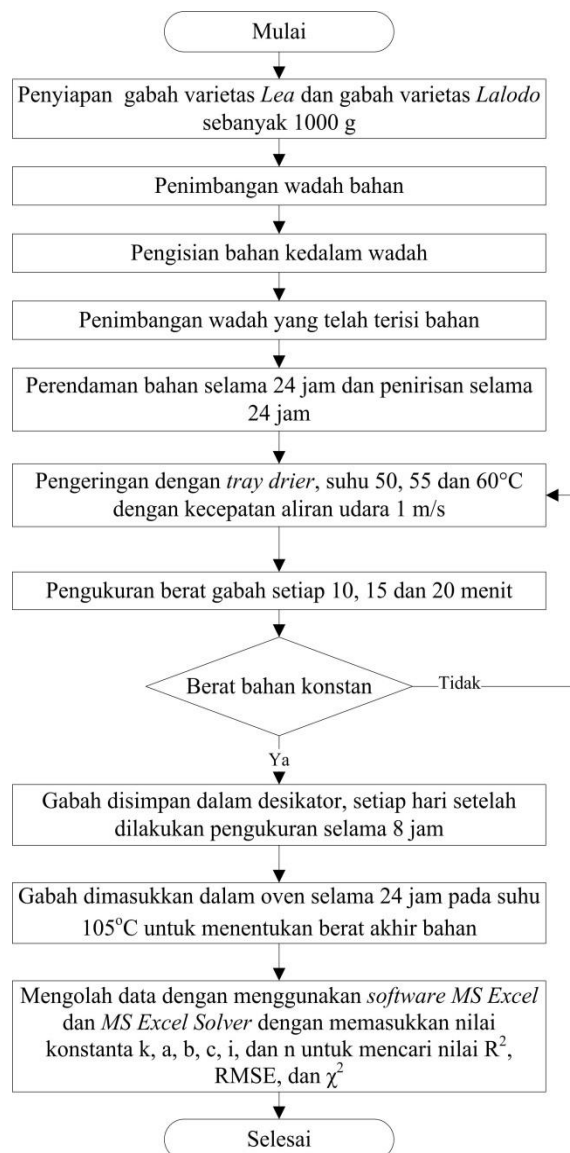
Kegunaan penelitian ini yaitu sebagai acuan dalam permodelan pengeringan gabah serta menjadi bahan informasi untuk industri pengolahan gabah.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu, timbangan, *tray dryer model EH-TD-300 Eunha Fluid Science*, anemometer, oven, kertas label, plastik kedap udara, aluminium foil, 4 buah baskom, 2 buah peniris. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1000 gram gabah Varietas Lea dan 1000 gram gabah Varietas Lalodo yang berasal dari Desa Tagari, Kecamatan Balusu, Kabupaten Toraja Utara.

Prosedur Penelitian

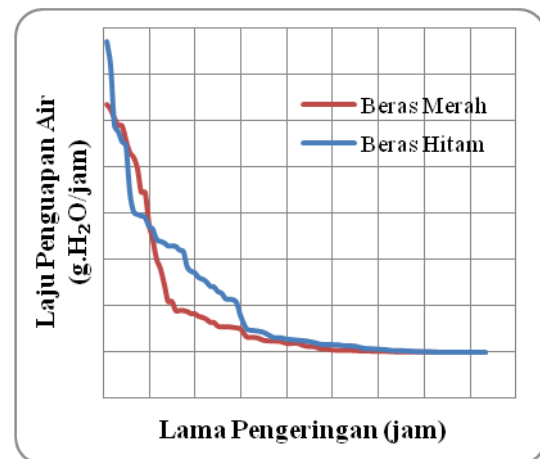


Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

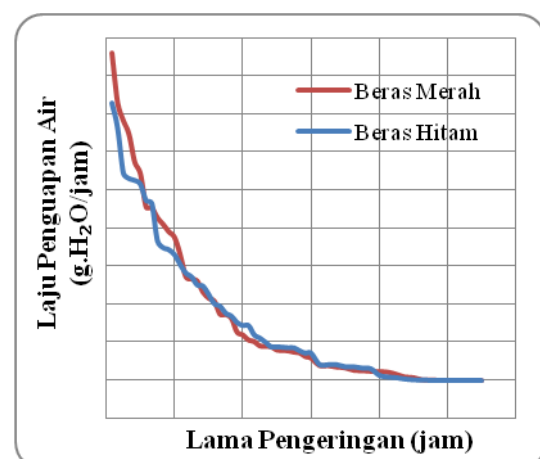
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola Penurunan Laju Penguapan Air

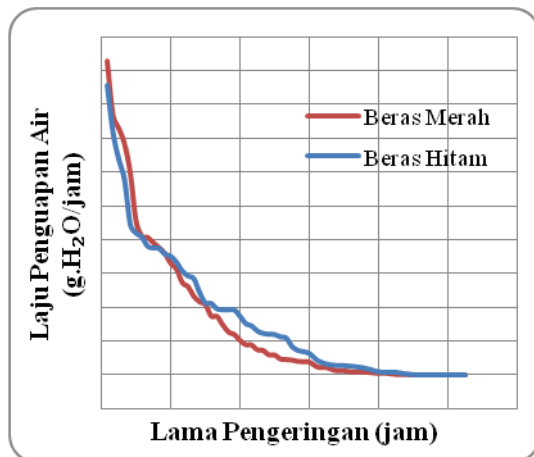
Hubungan antara suhu pengeringan dengan lama proses pengeringan terhadap laju pengeringan air gabah dengan dua sampel yang berbeda pada kecepatan udara 1.0 m/detik dan menggunakan tiga tingkatan suhu (50, 55, dan 60°C) untuk pengeringan lapisan tipis, maka diperoleh laju penguapan air yang terjadi pada gambar berikut



Gambar 2. Grafik pola penurunan laju penguapan air gabah pada suhu 50°C

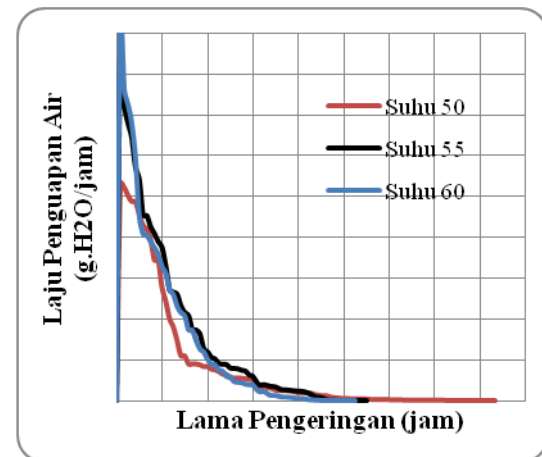


Gambar 3. Grafik pola penurunan laju penguapan air gabah pada suhu 55°C

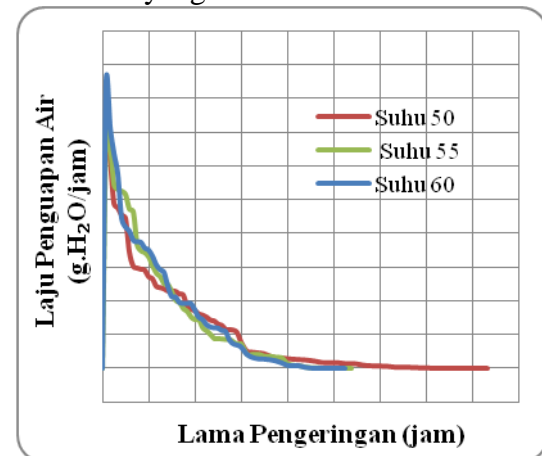


Gambar 4. Grafik pola penurunan laju penguapan air gabah pada suhu 60°C

Selama proses pengeringan, Gambar 2, 3, dan 4 menunjukkan bahwa varietas *Lea* (beras merah) mengalami proses penurunan laju penguapan air yang lebih cepat dibandingkan dengan varietas *Lallodo* (beras hitam). Hal ini terjadi karena gabah *Lea* (beras merah) mengandung banyak air bebas dari pada air terikat sedangkan gabah varietas *Lallodo* (beras hitam) mengandung banyak air terikat dari pada air bebas. Hal lain, gabah *Lea* (beras merah) lebih lemah mengikat air dari pada gabah *Lallodo* (beras hitam), terbukti pada saat perendaman gabah selama 24 jam, dengan air sebesar 0,5 liter varietas *Lea* (beras merah) hanya mengikat air sebesar 50 ml dibandingkan dengan varietas *Lallodo* (beras hitam) yang mengikat air lebih besar yaitu 60 ml. Hal lain, terbukti pada suhu 50 gabah varietas *Lea* (beras merah) membutuhkan waktu 9 jam 75 menit untuk mencapai laju penguapan air konstant dibandingkan dengan varietas *Lallodo* (beras hitam), yang membutuhkan waktu 12 jam untuk mencapai laju penguapan air konstan.



Gambar 5. Grafik pola penurunan laju penguapan air gabah *Lea* (beras merah) pada tiga level suhu yang berbeda



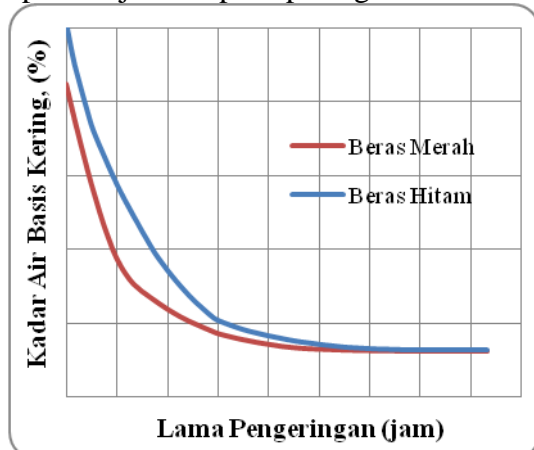
Gambar 6. Grafik pola penurunan laju penguapan air gabah *Lallodo* (beras hitam) pada tiga level suhu yang berbeda

Gambar 5 dan 6 menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan maka semakin cepat pula proses penurunan laju pengeringan pada kedua sampel gabah. Nampak bahwa proses laju penguapan air pada permukaan bahan dengan suhu 50°C membutuhkan waktu yang lebih lama hingga mencapai kesetimbangan yaitu sekitar 16 jam waktu pengeringan dibandingkan dengan sampel pada suhu 55 dan suhu 60°C. Hal ini sesuai dengan (Estiasih, 2009), yang menyatakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan pindah panas dan massa salah satunya adalah suhu dimana, semakin besar perbedaan suhu antara medium pemanas

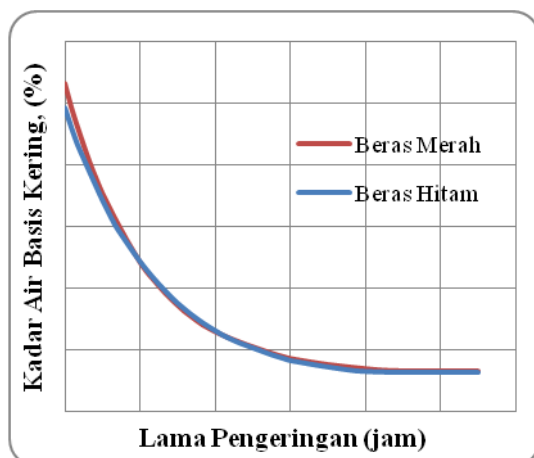
dengan bahan pangan semakin cepat pindah panas ke bahan pangan dan semakin cepat pula penguapan air dari bahan pangan.

Pola Penurunan Kadar Air

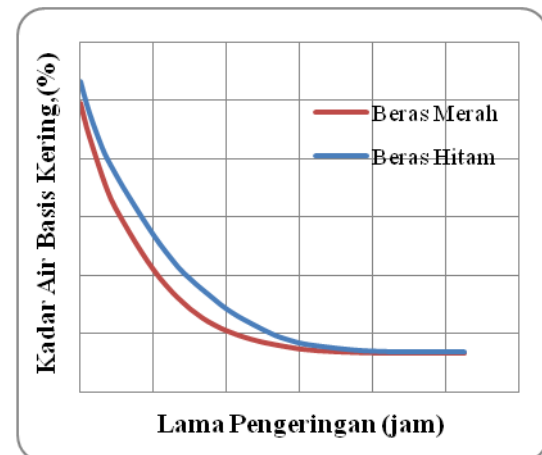
Pola penurunan kadar air basis kering dapat disajikan seperti pada gambar berikut



Gambar 7. Grafik pola penurunan KA-bk selama proses pengeringan gabah pada suhu 50°C

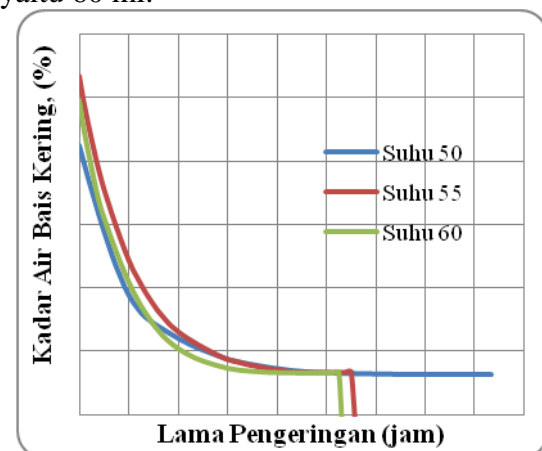


Gambar 8. Grafik pola penurunan KA-bk selama proses pengeringan gabah pada suhu 55°C



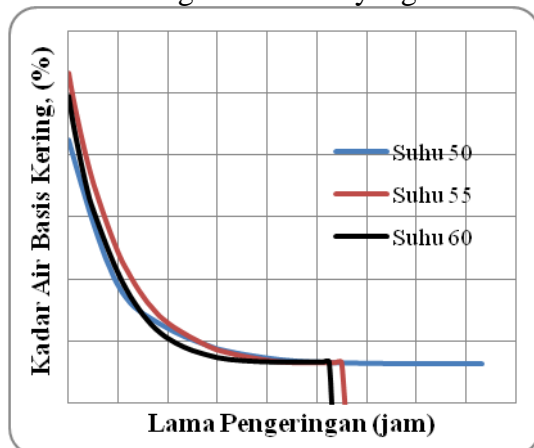
Gambar 9. Grafik pola penurunan KA-bk selama proses pengeringan gabah pada suhu 60°C

Gambar 7 sampai 9 merupakan pola penurunan KA-bk selama proses pengeringan, menunjukkan bahwa varietas *Lea* (beras merah) mengalami pola penurunan kadar air basis kering yang lebih cepat dibandingkan dengan varietas *Lallodo* (beras hitam). Hal ini terjadi karena gabah *Lea* (beras merah) lebih lemah mengikat air dari pada gabah *Lallodo* (beras hitam), karena *Lea* (beras merah) mengandung banyak air bebas dari pada air terikat terbukti pada saat perendaman gabah selama 24 jam, dengan air sebesar 0,5 liter varietas *Lea* (beras merah) hanya mengikat air sebesar 50 ml dibandingkan dengan varietas *Lallodo* (beras hitam) yang mengikat air lebih besar yaitu 60 ml.



Gambar 10. Grafik pola penurunan KA-bk selama proses pengeringan

gabah *Lea* (beras merah) pada tiga level suhu yang berbeda



Gambar 11. Grafik pola penurunan KA-bk selama proses pengeringan gabah *Lallodo* (beras hitam) pada tiga level suhu yang berbeda

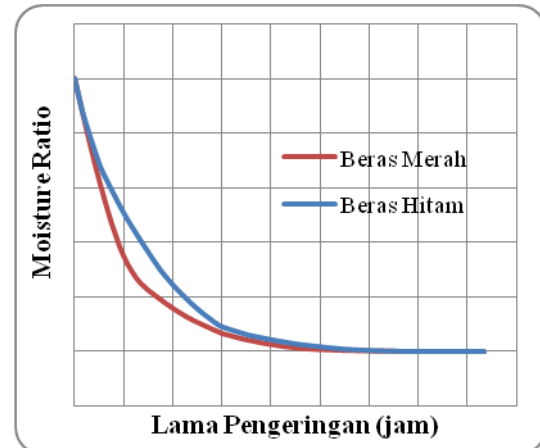
Gambar 10 dan 11 menunjukkan bahwa, semakin tinggi suhu pengeringan maka semakin cepat pula penuruna berat gabah baik pada gabah *Lea* (beras merah) maupun pada gabah *Lallodo* (beras hitam). Hal ini terbukti pada suhu pengeringan 50°C membutuhkan waktu pengeringan yang lebih lama yaitu 16 jam lebih untuk mencapai kadar air kesetimbangan dibandingkan dengan sampel pada suhu 55 dan 60°C. Hal lain yang ditunjukkan pada gambar yaitu sampel gabah *Lea* (beras merah) cenderung lebih cepat mendekati kadar air kesetimbangan dari pada sampel *Lallodo* (beras hitam), hal ini terjadi karena gabah *Lea* (beras merah) lebih lemah mengikat air dari pada gabah *Lallodo* (beras hitam), setelah tiga jam proses pengeringan berjalan yang artinya delapan belas kali pengamatan atau pengambilan data, *Lea* (beras merah), lebih cepat mengalami penurunan berat bahan sekitar 11 gram dibandingkan dengan *Lallodo* (beras hitam), yang mengalami penurunan berat sekitar 12 gram.

Hal ini sesuai dengan (Estiasih, 2009) yang menyatakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan pindah panas dan massa salah satunya adalah suhu dimana, semakin besar perbedaan suhu antara medium pemanas dengan bahan pangan Jurnal AgriTechno (Vol. 8, No. 1, April 2015)

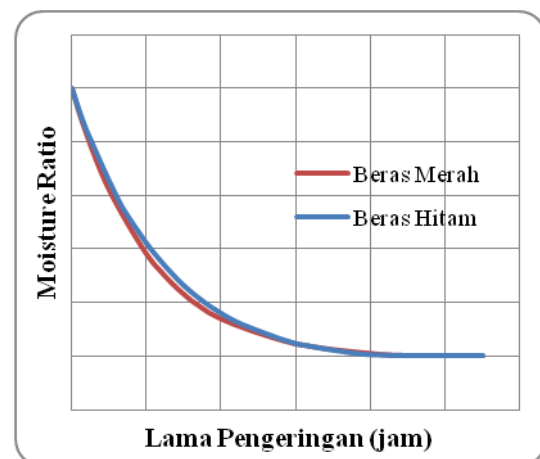
semakin cepat pindah panas ke bahan pangan dan semakin cepat pula penguapan air dari bahan pangan, yang mempengaruhi penurunan kadar air.

Moisture Ratio (MR)

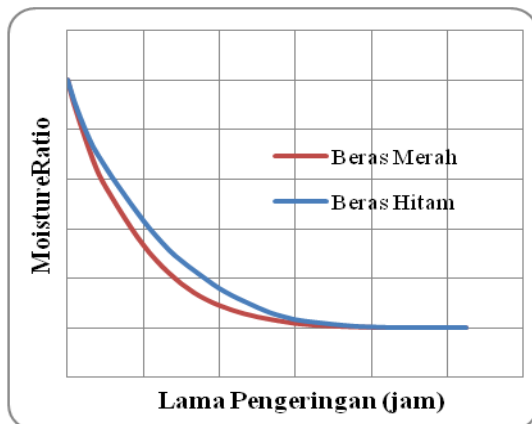
Moisture Ratio (MR) dihitung menggunakan persamaan bentuk eksponensial yang disajikan pada gambar berikut



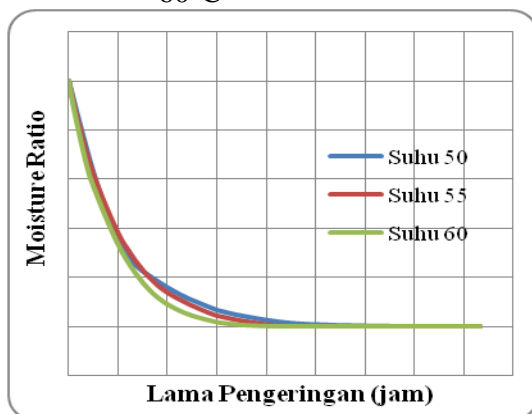
Gambar 12. Grafik pola penurunan *moisture ratio* selama proses pengeringan gabah pada suhu 50°C



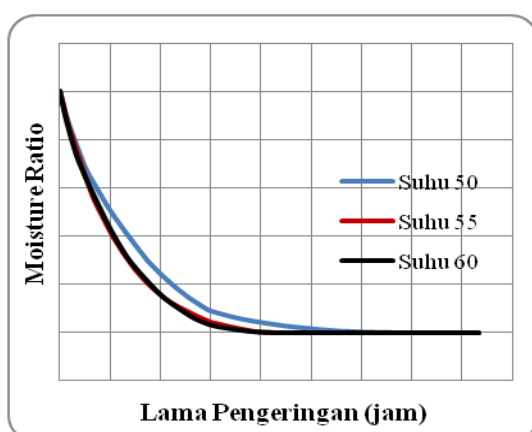
Gambar 13. Grafik pola penurunan *moisture ratio* selama proses pengeringan gabah pada suhu 55°C



Gambar 14. Grafik pola penurunan *moisture ratio* selama proses pengeringan gabah pada suhu 60°C



Gambar 15. Grafik pola penurunan *Moisture Ratio* (MR) selama proses pengeringan gabah *Lea* (beras merah) pada tiga level suhu yang berbeda



Gambar 16. Grafik pola penurunan *Moisture Ratio* (MR) selama proses pengeringan gabah *Lallodo* (beras hitam) pada tiga level suhu yang berbeda

Gambar 14 sampai 16 menunjukkan pola penurunan *moisture ratio* (MR) pada gabah *Lea* (beras merah) maupun pada gabah *Lallodo* (beras hitam) mengalami penurunan yang sama, semakin lama waktu pengeringan maka *moisture ratio* (MR) mengalami penurunan. Pola penurunan MR sejalan dengan pola penurunan kadar air basis kering (KA-bk). Hal ini terjadi karena MR dihitung dari perubahan kadar air basis kering (KA-bk). Pola MR ini selanjutnya digunakan untuk menganalisis dan menentukan model pengeringan lapisan tipis yang sesuai untuk gabah *Lea* (beras merah) maupun pada gabah *Lallodo* (beras hitam).

Gambar 13 dan 14 menunjukkan bahwa, semakin tinggi suhu pengeringan maka semakin cepat pula penurunan *moisture ratio* *Lea* (beras merah) maupun pada gabah *Lallodo* (beras hitam). Hal ini terbukti pada suhu pengeringan 50°C membutuhkan waktu pengeringan yang lebih lama dibandingkan dengan suhu 55 dan 60°C. Hal ini sesuai dengan (Estiasih, 2009) yang menyatakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan pindah panas dan massa salah satunya adalah suhu dimana, semakin besar perbedaan suhu antara medium pemanas dengan bahan pangan semakin cepat pindah panas ke bahan pangan dan semakin cepat pula penguapan air dari bahan pangan, sehingga proses penurunan kadar air basis kering semakin cepat, yang menyebabkan semakin cepat pula proses penurunan *moisture ratio*.

Model Pengeringan

Dari hasil perhitungan nilai MR observasi terdapat tiga model yang sesuai dengan perilaku penurunan MR yang terdapat pada Gambar 13 sampai 17, kelima model dimaksud adalah model Two term exponential, model Newton dan model Henderson & Pabis, model Page, dan model Thompson. Untuk mendapatkan model yang terbaik maka kelima model ini diuji dengan menggunakan data pengeringan pada tiga level suhu.

Tabel 2. Daftar model pengeringan lapisan tipis yang diuji

Model Pengeringan	Bentuk Eksponensial
<i>Two term exponential</i>	$MR = a \cdot \exp(-k \cdot t) + (i - a) \cdot \exp(-k \cdot b \cdot t)$
Newton	$MR = \exp(-k \cdot t)$
Henderson & Pabis	$MR = a \cdot \exp(-k \cdot t)$
Page	$MR = \exp(-k \cdot t^n)$
Thompson	$MR = a + bt + ct^2$

Sumber: Meisami dkk, 2010.

digunakan untuk menentukan nilai konstanta k, a, b, c, i, dan n. analisis didasarkan pada usaha untuk meminimalkan total kuadrat selisih antara MR data pengamatan dan MR prediksi. *Solver* akan otomatis mencari nilai konstanta yang ada pada model terkait sehingga total kuadrat selisih antara MR data pengamatan dan MR prediksi bernilai minimal. Nilai konstanta untuk masing-masing model yang di uji disajikan pada tabel 3 berikut.

Model pengeringan membutuhkan aplikasi *MS Excel Solver* untuk pengoperasiannya. *MS Excel Solver*

Tabel 3. Hasil analisa model persamaan pada gabah *Lea* dan *Lallodo*

T	Model Pengeringan	Varietas	k	a	b	C	i	n	R ²
50	<i>Two term exponential</i>	<i>Lea</i>	0.356	0.474	1.965		1.028		0.997
		<i>Lallodo</i>	0.361	1.069	1.070		1.002		0.997
	Newton	<i>Lea</i>	0.485						0.997
		<i>Lallodo</i>	0.359						0.997
	Henderson& Pabis	<i>Lea</i>	0.488	1.005					0.997
		<i>Lallodo</i>	0.360	1.003					0.997
	Page	<i>Lea</i>	0.450					0.974	0.997
		<i>Lallodo</i>	0.339					1.047	0.998
	Thompson	<i>Lea</i>		0.708	-0.143	0.006			0.871
		<i>Lallodo</i>		0.811	-0.153	0.007			0.951

T	Model Pengeringan	Varietas	k	a	b	C	i	n	R ²
55	<i>Two term exponential</i>	<i>Lea</i>	0.495	1.046	1.033		1.007		0.999
		<i>Lallodo</i>	0.463	1.040	1.030		1.021		0.998
	Newton	<i>Lea</i>	0.491						0.999
		<i>Lallodo</i>	0.454						0.998
	Henderson& Pabis	<i>Lea</i>	0.495	1.007					0.996
		<i>Lallodo</i>	0.463	1.021					0.998
	Page	<i>Lea</i>	0.477						0.999
		<i>Lallodo</i>	0.419					1.080	0.999
	Thompson	<i>Lea</i>		0.833	-0.223	0.014			0.959
		<i>Lallodo</i>		0.867	-0.228	0.014			0.973
60	<i>Two term exponential</i>	<i>Lea</i>	0.578	1.027	0.014	1.007			0.998
		<i>Lallodo</i>	0.460	1.048	1.037		1.014		0.996
	Newton	<i>Lea</i>	0.570						0.998
		<i>Lallodo</i>	0.452						0.996
	Henderson& Pabis	<i>Lea</i>	0.578	1.007					0.998

Page	<i>Lallodo</i>	0.459	1.014		0.996
	<i>Lea</i>	0.552		1.046	0.999
	<i>Lallodo</i>	0.413		1.089	0.997
Thompson	<i>Lea</i>		0.809	-0.239	0.016
	<i>Lallodo</i>		0.878	-0.237	0.015

Sumber : Data primer setelah diolah, 2014.

Tabel 3 menunjukkan bahwa persamaan model page untuk pengeringan gabah *Lea* (beras merah) maupun gabah *Lallodo* (beras hitam) dengan tiga tingkatan suhu (50°C, 55°C, 60°C) dan kecepatan udara 1 m/detik. nilai R² model Page untuk gabah *Lea* (beras merah) maupun gabah *Lallodo* (beras hitam) menunjukkan nilai yang lebih besar dibandingkan dengan persamaan yang lain yaitu model *Two term exponential*, model Newton dan model Henderson & Pabis, model Page, dan model Thompson. Hal ini menunjukkan bahwa model page merupakan model terbaik untuk mempresentasikan pengeringan lapisan tipis pada gabah *Lea* (beras merah)

maupun gabah *Lallodo* (beras hitam) karena memiliki nilai kesesuaian yang besar terhadap karakteristik lapisan tipis gabah, dimana nilai yang ditunjukkan dengan nilai “*slope*” yang mendekati 1.0 dan R² yang mendekati 1.0.

Hal ini sesuai dengan (Kashaninejad *et al.*, 2007), yang menyatakan bahwa model page merupakan model yang dimodifikasi dari model sebelumnya. Page menyarankan model ini dengan tujuan untuk mengoreksi kekurangan-kekurangan dari model sebelumnya.

Nilai RMSE, χ^2 dan R² pengeringan *Lea* (beras merah) maupun *Lallodo* (beras hitam) dengan model Page dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Nilai RMSE dan χ^2 pengeringan *Lea* (beras merah) maupun *Lallodo* (beras hitam) dengan model Page

T	Model Pengeringan	Varietas	RMSE	χ^2	R ²
50	<i>Two term exponential</i>	<i>Lea</i>	3.901×10 ⁻²	1.324×10 ⁻²	0.997
		<i>Lallodo</i>	1.355×10 ⁻²	1.393×10 ⁻²	0.997
	Newton	<i>Lea</i>	1.272×10 ⁻²	1.281×10 ⁻²	0.997
		<i>Lallodo</i>	1.358×10 ⁻²	1.368×10 ⁻²	0.997
	Henderson& Pabis	<i>Lea</i>	1.268×10 ⁻²	1.285×10 ⁻²	0.997
		<i>Lallodo</i>	1.357×10 ⁻²	1.375×10 ⁻²	0.997
	Page	<i>Lea</i>	1.232×10 ⁻²	1.249×10 ⁻²	0.997
		<i>Lallodo</i>	1.199×10 ⁻²	1.216×10 ⁻²	0.998
	Thompson	<i>Lea</i>	8.841×10 ⁻²	9.026×10 ⁻²	0.871
		<i>Lallodo</i>	5.930×10 ⁻²	6.054×10 ⁻²	0.951
55	<i>Two term exponential</i>	<i>Lea</i>	6.584×10 ⁻³	1.317×10 ⁻²	0.999
		<i>Lallodo</i>	1.300×10 ⁻²	1.348×10 ⁻²	0.998
	Newton	<i>Lea</i>	6.846×10 ⁻³	5.907×10 ⁻³	0.999
		<i>Lallodo</i>	1.411×10 ⁻²	1.424×10 ⁻²	0.998
	Henderson& Pabis	<i>Lea</i>	7.000×10 ⁻³	9.706×10 ⁻³	0.996
		<i>Lallodo</i>	1.300×10 ⁻²	1.324×10 ⁻²	0.998
	Page	<i>Lea</i>	6.162×10 ⁻³	5.255×10 ⁻³	0.999
		<i>Lallodo</i>	8.692×10 ⁻³	8.849×10 ⁻³	0.999
	Thompson	<i>Lea</i>	5.353×10 ⁻²	5.499×10 ⁻²	0.959
		<i>Lallodo</i>	4.449×10 ⁻²	4.571×10 ⁻²	0.973

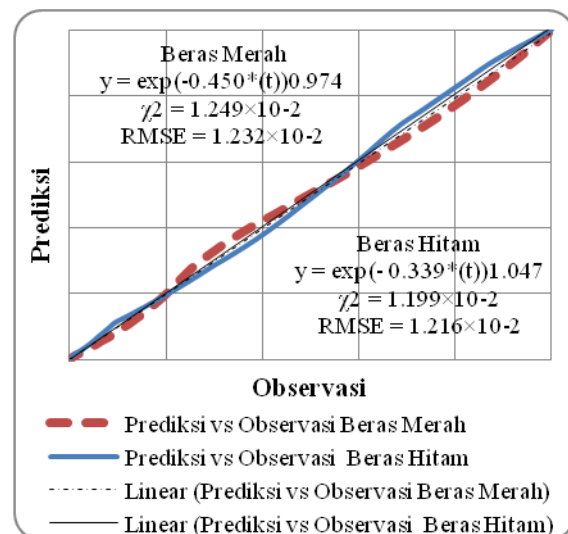
60	Two term exponential	Lea	1.055×10^{-2}	1.095×10^{-2}	0.998
		Lallodo	6.355×10^{-2}	6.599×10^{-2}	0.996
	Newton	Lea	1.068×10^{-2}	1.078×10^{-2}	0.998
		Lallodo	2.039×10^{-2}	2.057×10^{-2}	0.996
	Henderson& Pabis	Lea	1.055×10^{-2}	1.074×10^{-2}	0.998
		Lallodo	2.010×10^{-2}	2.047×10^{-2}	0.996
	Page	Lea	8.777×10^{-3}	1.055×10^{-2}	0.999
		Lallodo	1.604×10^{-2}	6.355×10^{-2}	0.997
	Thompson	Lea	5.869×10^{-2}	6.436×10^{-2}	0.949
		Lallodo	3.578×10^{-2}	3.679×10^{-2}	0.983

Sumber : Data primer setelah diolah, 2014.

Hubungan Antara Model Page Dengan Data Pengamatan

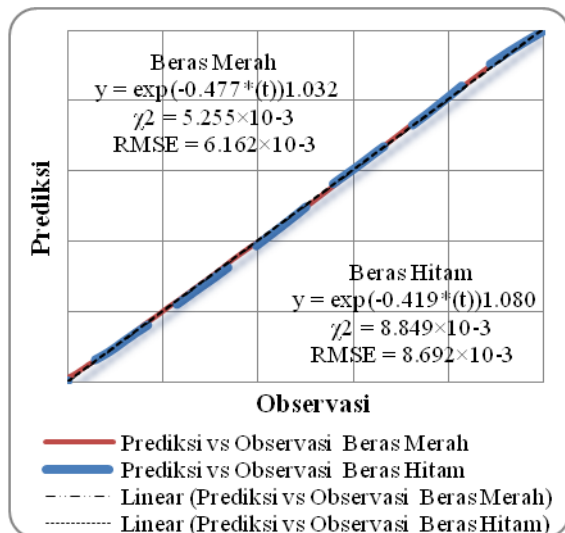
Nilai konstanta k dan n pengeringan *Lea* (beras merah) maupun *Lallodo* (beras hitam) dengan model Page dari Tabel 3 dimasukkan ke dalam model Page kemudian prediksi nilai MR dihitung untuk masing-masing pada tiga tingkatan suhu pengeringan (50, 55, dan 60°C). Hasil perhitungan dari model ini kemudian disajikan dalam bentuk grafik bersama nilai MR hasil observasi. Nilai dari besarnya *Coefficient of Determinat* (R^2), penurunan *chi square* (χ^2) dan *root mean square error* (RMSE).

Model terbaik akan mempunyai nilai R^2 terbesar, nilai koefisien determinasi menunjukkan seberapa kesalahan dalam mempertimbangkan y dapat direduksi dengan menggunakan informasi yang dimiliki variabel. Model tersebut dianggap sempurna apabila nilai $R^2 = 1$, atau dan nilai “*slope*” yang mendekati 1.0 dan R^2 yang mendekati 1.0, dengan kata lain R^2 merupakan petunjuk validasi data dimana $0,8 < R^2 < 1$, mempunyai nilai χ^2 dan RMSE terkecil.

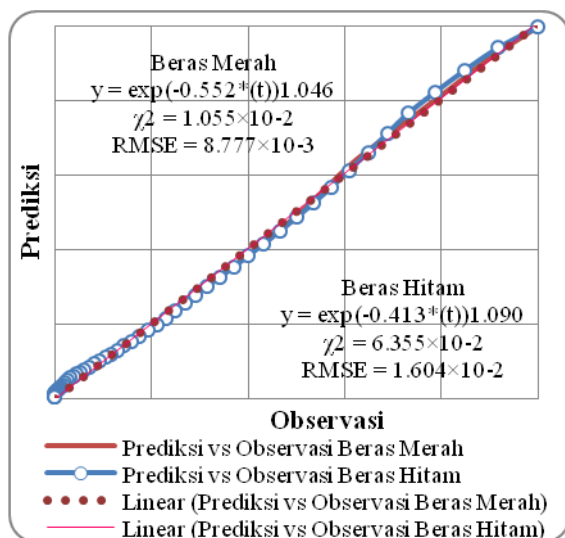


Gambar 17. Grafik hubungan antara model Page dengan data pengamatan gabah *Lea* (beras merah) dan *Lallodo* (beras hitam) pada suhu 50°C

Gambar 17 menunjukkan bahwa perbedaan nilai MR beras merah dan beras hitam pada pengeringan dengan suhu Analisis regresi untuk mendapatkan nilai koefisien determinasi (R^2) dilakukan untuk mengetahui kedekatan antara nilai MR prediksi dan MR observasi. Pada suhu 50°C nilai R^2 beras merah sebesar 0,997 didapatkan dari rumus MR model Page yaitu $y = \exp(-0.450 \cdot (t))^{0.974}$, χ^2 sebesar 1.249×10^{-2} RMSE sebesar 1.232×10^{-2} dan R^2 beras hitam sebesar 0,998, didapatkan dari rumus MR model Page yaitu $y = \exp(-0.339 \cdot (t))^{1.047}$, χ^2 sebesar 1.199×10^{-2} RMSE sebesar 1.216×10^{-2} .



Gambar 18. Grafik hubungan antara model Page dengan data pengamatan gabah *Lea* (beras merah) dan *Lallodo* (beras hitam) pada suhu 55°C



Gambar 19. Grafik hubungan antara model Page dengan data pengamatan gabah *Lea* (beras merah) dan *Lallodo* (beras hitam) pada suhu 60°C

Gambar 21, dan 22 menunjukkan bahwa perbedaan nilai MR beras merah dan beras hitam pada pengeringan dengan dua level suhu (55, dan 60°C). Analisis regresi untuk mendapatkan nilai koefisien determinasi (R^2) dilakukan untuk mengetahui kedekatan antara nilai MR prediksi dan MR observasi. Pada suhu 55°C nilai R^2 beras merah sebesar 0,999

didapatkan dari rumus MR model Page $y = \exp(-0.477*(t))^{1.032}$, χ^2 sebesar 8.849×10^{-3} , RMSE sebesar 6.162×10^{-3} , R^2 beras hitam sebesar 0,999 didapatkan dari rumus MR model Page $y = \exp(-0.419*(t))^{1.080}$, χ^2 sebesar 5.255×10^{-3} , RMSE sebesar 8.692×10^{-3} . Pada suhu 60°C nilai R^2 beras merah sebesar 0,999 didapatkan dari rumus MR model Page $y = \exp(-0.552*(t))^{1.046}$, χ^2 sebesar 1.055×10^{-2} , RMSE sebesar 8.777×10^{-3} , R^2 beras hitam sebesar 0,997 didapatkan dari rumus MR model Page $y = \exp(-0.413*(t))^{1.090}$, χ^2 sebesar 6.355×10^{-2} , RMSE sebesar 1.604×10^{-2} . Penentuan nilai MR untuk model Page hanya berlaku untuk model pengeringan lapisan tipis gabah dengan suhu $50 \leq T \leq 60$, dengan kecepatan udara 1 m/s.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Gabah varietas *Lea* lebih cepat mencapai kadar air kesetimbangan dibandingkan dengan gabah varietas *Lallodo*.
2. Model pengeringan yang paling sesuai dengan karakteristik pada gabah *Lea* (beras merah) maupun gabah *Lallodo* (beras hitam) adalah model Page.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya menggunakan lebih dari tiga tingkatan suhu dan tiga kecepatan udara yang berbeda sebagai bahan perbandingan

DAFTAR PUSTAKA

- Estiasih, T. 2009. *Teknologi Pengolahan Pangan*. Bumi Aksara. Malang.

ANALISIS EFISIENSI PENYALURAN AIR IRIGASI DI KAWASAN MATTOANGIN PADA DAERAH IRIGASI BISSUA KABUPATEN TAKALAR

Ahmad Saad¹, Totok Prawitosari², dan Iqbal²

¹⁾ Alumni Program Studi Keteknikan Pertanian Fakultas Pertanian, Unhas

²⁾ Staf Pengajar Program Studi Keteknikan Pertanian Fakultas Pertanian, Unhas

ABSTRAK

Daerah Irigasi Bissua merupakan jaringan irigasi yang terdapat di kabupaten Takalar dan merupakan jaringan irigasi dengan sistem terbuka. Bendungan Bissua merupakan sumber air baku bagi masyarakat yang bermukim di sekitarnya dan sumber irigasi pertanian. Luas jaringan keseluruhan sebesar 10,795 ha. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya nilai efisiensi aliran dalam penyaluran air pada saluran irigasi di kawasan mattoangin, daerah irigasi Bissua, kabupaten Takalar. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *inflow - outflow* untuk setiap saluran pengamatan. Dimana debit *inflow* diukur pada pangkal saluran dan debit *outflow* pada ujung saluran. Berdasarkan hasil pengolahan data penelitian maka hasil yang didapatkan menyatakan efisiensi penyaluran air di kawasan Mattoangin daerah irigasi Bissua pada saluran primer sebesar 88,85%, saluran sekunder sebesar 86,49% dan saluran tersier sebesar 60,58%. Kehilangan air terbesar pada tiap saluran terjadi akibat rembesan atau kebocoran saluran.

Kata kunci: Irigasi Bissua, efisiensi penyaluran, metode *inflow-outflow*

PENDAHULUAN

Air merupakan sumberdaya yang memiliki peran penting bagi aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya, pemenuhan kebutuhan itu meliputi pada bidang industri, rumah tangga, terutama dalam bidang pertanian. Kebutuhan air dibidang pertanian umumnya diperoleh dari saluran irigasi yang dibangun pemerintah ataupun masyarakat petani sendiri. Untuk lahan pertanian, jumlah air yang dibutuhkan disesuaikan dengan kebutuhan air tanaman. Pemberian air dapat dinyatakan efisien bila debit air yang disalurkan melalui sarana irigasi seoptimal mungkin sesuai dengan kebutuhan tanaman pada lahan potensial yang ada. Pada bidang pertanian sumber daya air digunakan bagi tanaman yang dialirkan melalui saluran irigasi, baik saluran irigasi primer, saluran irigasi sekunder, dan saluran irigasi tersier.

Tujuan utama irigasi adalah memberikan air bagi kebutuhan tanaman

berdasarkan kebutuhan air tanaman dalam jumlah yang cukup dan pada waktu yang di perlukan. Tujuan lain adalah menjamin ketersediaan air bagi tanaman apabila terjadi kekeringan, menurunkan suhu dalam tanah, melunakkan lapisan keras tanah saat proses pengolahan tanah, membawa garam-garam dari permukaan tanah ke lapisan bawah sehingga konsentrasi garam di permukaan tanah menurun. Diperlukan pengelolaan yang baik dalam pendistribusian air bagi tanaman karena mempengaruhi tingkat efisiensi pemberian air tanaman. Efisiensi irigasi adalah perbandingan jumlah air yang nyata dan bermanfaat bagi tanaman yang diusahakan dengan jumlah air yang diberikan yang dihitung dalam persen (Priyono, 2010).

Saat penyaluran air dari bendungan melalui saluran-saluran irigasi ke sawah dapat kehilangan air sehingga mempengaruhi jumlah air yang mengalir ke sawah. Kehilangan air yang terjadi erat hubungannya dengan efisiensi, besaran efisiensi dan kehilangan air berbanding

terbalik. Bila angka kehilangan air besar maka efisiensi akan turun dan begitu pula sebaliknya. Kehilangan air yang terjadi pada saluran primer, sekunder dan tersier melalui evaporasi, rembesan, faktor operasional dan bocoran. Kehilangan air secara berlebihan perlu dicegah dengan cara peningkatan saluran menjadi permanen dan pengontrolan operasional sehingga debit tersedia dapat dimanfaatkan secara maksimal oleh petani.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya nilai efisiensi aliran dalam penyaluran air pada saluran irigasi di kawasan mattoangin, Daerah Irigasi Bissua, Kabupaten Takalar.

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2014 di Daerah Irigasi Bissua, Kabupaten Takalar.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *current meter* Valeport, meteran, *stopwatch*, kalkulator, alat tulis, tali dan patok.

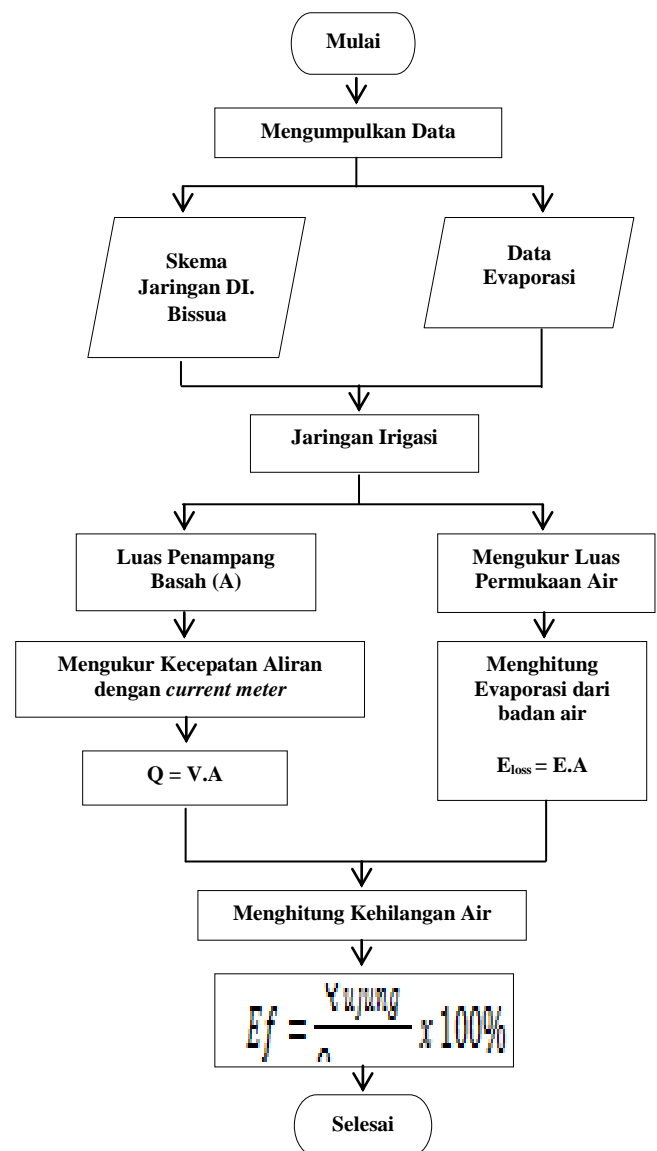
Data yang digunakan

- Data primer yaitu: kecepatan aliran, luas penampang basah saluran, panjang saluran dan debit aliran air.
- Data sekunder yaitu: skema jaringan daerah irigasi Bissua dan data evaporasi.

Saluran yang diukur

B.Ma 1, B.Ma 2, B.Ma 3, B.Ma 4, B.Ma 5, B.Ma 6, B.Ma 7, B.Ma 8, B.Ma 9, B.Lw 1, B.D 1, Ma.1 ka, Ma.2 ki, Ma.3 ki, Ma.4 ka, Ma.6 ka, Ma.8 ka, Lw.1 ka dan BD.1 ka.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

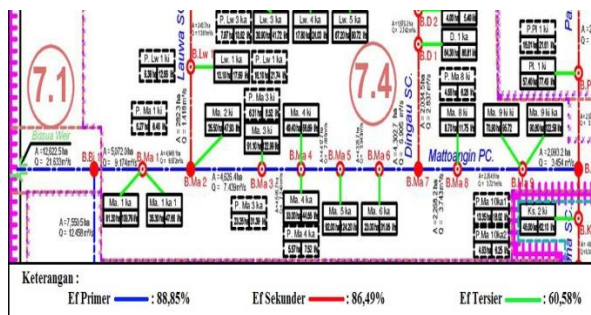
Deskripsi Umum Daerah Irigasi Bissua

Daerah Irigasi Bissua merupakan salah satu wilayah yang terletak di Kabupaten Takalar, Provinsi Sulawesi Selatan. Letak geografis Kabupaten Takalar berada pada posisi 5°3'– 5°38' Lintang Selatan dan 119°22' – 119°39' Bujur Timur, dengan luas wilayah kurang lebih 566,51 km².

Bendungan Bissua merupakan sumber air baku bagi masyarakat yang

bermukim di sekitarnya dan sumber irigasi pertanian. Luas jaringan keseluruhan sebesar 10,795 ha yang terletak di empat Kecamatan yaitu Pallangga, Bajeng, Bontonompo dan Polongbangkeng Utara.

Pada Bendungan Bissua terdapat beberapa bangunan sadap yaitu saluran primer, saluran sekunder, dan saluran tersier. Dalam penelitian ini mengambil beberapa saluran yakni B.Ma 1, B.Ma 2, B.Ma 3, B.Ma 4, B.Ma 5, B.Ma 6, B.Ma 7, B.Ma 8, B.Ma 9, B.Lw 1, B.D 1, Ma.1 ka, Ma.2 ki, Ma.3 ki, Ma.4 ka, Ma.6 ka, Ma.8 ka, Lw.1 ka dan BD.1 ka.



Gambar 2. Peta Administratif Lokasi Penelitian (BBWSPJ, 2010)

Analisis Debit dan Kehilangan Air pada Saluran Irigasi

Analisis debit dengan menggunakan alat *current meter* untuk mengetahui kecepatan aliran air dan untuk mengetahui luas penampang basah dengan menggunakan rumus trapezium, serta analisis kehilangan air pada saluran menggunakan data perhitungan hasil debit pada *inlet* saluran lalu dikurangi dengan debit pada *oulet* saluran yang diamati. Berikut hasil yang diperoleh dari penelitian disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1 analisis debit pada saluran Primer dengan menggunakan alat *current meter* untuk mengetahui kecepatan aliran air pada *inlet* dan *oulet* saluran serta untuk mengetahui luas penampang. Analisis debit untuk saluran primer yaitu pada *inlet* dan *oulet* saluran dengan merata-ratakan hasil pengukuran. Pengukuran kecepatan dengan

menggunakan alat *current meter* dan untuk luas penampang basah saluran dengan menggunakan rumus trapezium.

Tabel 1. Debit (Q) dan Kehilangan Air pada Saluran Primer

Pengukuran		Inlet		Outlet		Kehilangan $Q_m - Q_{out}$ (m^3/s)
		Q (m^3/s)	Q rata-rata (m^3/s)	Q (m^3/s)	Q rata-rata (m^3/s)	
B.Ma1- B.Ma 2	I	0,872		0,812		0,060
	II	0,873	0,872	0,813	0,812	
B.Ma2- B.Ma 3	I	0,683		0,612		0,071
	II	0,684	0,683	0,613	0,612	
B.Ma3- B.Ma 4	I	0,602		0,514		0,088
	II	0,603	0,603	0,515	0,515	
B.Ma4- B.Ma 5	I	0,511		0,463		0,048
	II	0,510	0,510	0,462	0,463	
B.Ma5- B.Ma 6	I	0,463		0,401		0,062
	II	0,462	0,462	0,400	0,401	
B.Ma6- B.Ma 7	I	0,393		0,360		0,033
	II	0,393	0,393	0,360	0,360	
B.Ma7- B.Ma 8	I	0,193		0,179		0,014
	II	0,193	0,193	0,178	0,179	
B.Ma8- B.Ma 9	I	0,177		0,147		0,030
	II	0,176	0,176	0,146	0,146	
B.Ma9- B.Ma 10	I	0,147		0,147		0,019
	II	0,145	0,146	0,126	0,127	

Sumber: Data primer setelah diolah, 2014.

Hasil pengukuran menunjukkan, debit tertinggi berada pada pengukuran saluran (B.Ma 1) hal ini dikarenakan air dari bendungan langsung menuju ke saluran primer. Debit pada *inlet* (B.Ma 1) yaitu $0,872 m^3/s$ dan di ujung saluran sebesar $0,812 m^3/s$. Debit terkecil dari hasil pengukuran berada pada saluran (B.Ma 9), ini dikarenakan pada saluran tersebut merupakan saluran paling ujung dari saluran primer, jadi air yang mengalir dari *inlet* primer sampai pada ujung saluran primer menghasilkan debit yang kecil. Debit yang dihasilkan pada *inlet* (B.Ma 9) yaitu $0,146 m^3/s$ dan pada *oulet* sebesar $0,127 m^3/s$.

Analisis kehilangan air pada saluran primer dipengaruhi oleh faktor rembesan dan evaporasi. Kehilangan air terbesar berada pada saluran (B.Ma3- B.Ma4) yaitu

0,088 m³/s dan kehilangan air terkecil berada pada saluran (B.Ma7- B.Ma8) yaitu 0,014 m³/s.

Tabel 2. Debit (Q) dan Kehilangan Air pada Saluran Sekunder

Pengukuran		Inlet		Outlet		Kehilangan Q _{in} - Q _{out} (m ³ /s)
		Q (m ³ /s)	Q _{rata-rata} (m ³ /s)	Q (m ³ /s)	Q _{rata-rata} (m ³ /s)	
B.Lw 1- B.Lw 2	I	0,114	0,113	0,100	0,100	0,014
	II	0,113		0,099		
B.D 1- B.D 2	I	0,167	0,167	0,144	0,142	0,025
	II	0,167		0,141		

Sumber: Data primer setelah diolah, 2014.

Berdasarkan Tabel 2 analisis debit untuk saluran sekunder (B.Lw1- B.Lw2) yaitu pada *inlet* dan *outlet* dengan meratakan hasil pengukuran, diperoleh hasil debit pada *inlet* yaitu 0,113 m³/s dan pada *outlet* yaitu 0,100 m³/s. Sedangkan saluran sekunder (B.D1- B.D2) pada *inlet* yaitu 0,167 m³/s dan pada *outlet* yaitu 0,142 m³/s. Kehilangan air pada saluran (B.Lw1- B.Lw2) yaitu 0,014 m³/s, sedangkan pada saluran (B.D1- B.D2) yaitu 0,025 m³/s.

Berdasarkan Tabel 3 analisis debit untuk saluran tersier yaitu debit tertinggi berada pada pengukuran saluran tersier (BD.1 ka) yakni sebesar 0,058 m³/s untuk *inlet* dan pada *outlet* saluran sebesar 0,032 m³/s. Debit terendah berada pada pengukuran saluran tersier (Ma.8 ka) dengan jumlah debit *inlet* sebesar 0,002 m³/s dan *outlet* saluran debit yang dihasilkan sebesar 0,001 m³/s. Kehilangan air terbesar berada pada saluran tersier (BD.1 ka) dan kehilangan air terkecil pada saluran tersier (Ma.4 ka dan Ma.8 ka). Kehilangan air pada saluran tersier di pengaruhi oleh kondisi saluran yang rata-rata masih dilapisi oleh tanah, sehingga kehilangan air terbesar terjadi karena faktor rembesan di sepanjang saluran tersier.

Tabel 3. Debit (Q) dan Kehilangan Air pada Saluran Tersier

Pengukuran		Inlet		Outlet		Kehilangan Q _{in} - Q _{out} (m ³ /s)
		Q (m ³ /s)	Q _{rata-rata} (m ³ /s)	Q (m ³ /s)	Q _{rata-rata} (m ³ /s)	
Ma. 1 ka	I	0,040	0,040	0,025	0,025	0,016
	II	0,040		0,025		
Ma. 2 ki	I	0,014	0,014	0,008	0,008	0,006
	II	0,014		0,008		
Ma. 3 ki	I	0,008	0,008	0,004	0,004	0,004
	II	0,008		0,004		
Ma. 4 ka	I	0,003	0,003	0,002	0,002	0,001
	II	0,004		0,002		
Ma. 6 ka	I	0,007	0,007	0,004	0,004	0,003
	II	0,007		0,004		
Ma. 8 ka	I	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001
	II	0,002		0,001		
Lw. 1 ka	I	0,020	0,020	0,011	0,011	0,009
	II	0,020		0,011		
BD. 1 ka	I	0,058	0,058	0,032	0,032	0,026
	II	0,058		0,032		

Sumber: Data primer setelah diolah, 2014.

Analisis Evaporasi pada Saluran

Analisis evaporasi dilakukan untuk mengetahui besarnya evaporasi disepanjang saluran. Analisis evaporasi menggunakan data evaporasi harian 5 tahun terakhir dengan besar evaporasi rata-rata 4,75 mm/hari. Evaporasi pada saluran primer terbesar adalah saluran (B.Ma 2) yaitu $3,26 \times 10^{-4}$ m³/detik dan memiliki luas permukaan air sebesar $5,92 \times 10^3$ m². Salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya nilai evaporasi adalah luas permukaan air pada saluran yang diamati.

Tabel 4. Evaporasi pada Saluran Primer

Pengukuran segmen saluran primer	Luas Permukaan Air (m ²)	Evaporasi rata-rata (mm/hari)	Evaporasi saluran (m ³ /detik)
B.Ma 1- B.Ma 2	$5,89 \times 10^3$	4,75	$3,25 \times 10^{-4}$
B.Ma 2- B.Ma 3	$5,92 \times 10^3$	4,75	$3,26 \times 10^{-4}$
B.Ma 3- B.Ma 4	$3,20 \times 10^3$	4,75	$1,76 \times 10^{-4}$
B.Ma 4- B.Ma 5	$3,16 \times 10^3$	4,75	$1,74 \times 10^{-4}$
B.Ma 5- B.Ma 6	$4,62 \times 10^3$	4,75	$2,55 \times 10^{-4}$
B.Ma 6- B.Ma 7	$3,28 \times 10^3$	4,75	$1,81 \times 10^{-4}$
B.Ma 7- B.Ma 8	$2,50 \times 10^3$	4,75	$1,38 \times 10^{-4}$
B.Ma 8- B.Ma 9	$3,31 \times 10^3$	4,75	$1,83 \times 10^{-4}$
B.Ma 9- B.Ma 10	$4,56 \times 10^3$	4,75	$2,51 \times 10^{-4}$
Jumlah			$2,01 \times 10^{-3}$

Sumber: Data primer setelah diolah, 2014.

Tabel 5. Evaporasi pada Saluran Sekunder

Pengukuran segmen saluran sekunder	Luas Permukaan Air (m ²)	Evaporasi rata-rata (mm/hari)	Evaporasi saluran (m ³ /detik)
B.Lw 1- B.Lw 2	$2,47 \times 10^3$	4,75	$1,36 \times 10^{-4}$
B.D 1- B.D 2	$3,18 \times 10^3$	4,75	$1,75 \times 10^{-4}$
Jumlah			$3,12 \times 10^{-4}$

Sumber: Data primer setelah diolah, 2014.

Berdasarkan Tabel 5, analisis evaporasi menggunakan data evaporasi harian 5 tahun terakhir dengan besar evaporasi rata-rata 4,75 mm/hari. Evaporasi terbesar yaitu saluran sekunder (BD.1) sebesar $1,75 \times 10^{-4}$ m³/detik dengan luas permukaan air sebesar $3,18 \times 10^3$ m². Faktor yang mempengaruhi besarnya nilai evaporasi adalah luas permukaan air pada saluran yang diamati dan faktor panjang saluran yang diamati.

Berdasarkan Tabel 6, jumlah evaporasi terkecil pada saluran tersier yaitu pada tersier (Ma.8 ka) sebesar $4,96 \times 10^{-6}$ m³/detik dan evaporasi terbesar pada saluran tersier (BD.1 ka) yaitu sebesar $4,36 \times 10^{-5}$ m³/detik. Analisis evaporasi menggunakan data evaporasi harian 5 tahun terakhir dengan besar evaporasi rata-rata 4,75 mm/hari.

Tabel 6. Evaporasi pada Saluran Tersier

Pengukuran segmen saluran tersier	Luas Permukaan Air (m ²)	Evaporasi rata-rata (mm/hari)	Evaporasi saluran (m ³ /detik)
Ma.1 ka	$5,55 \times 10^2$	4,75	$3,06 \times 10^{-5}$
Ma.2 ki	$2,06 \times 10^2$	4,75	$1,14 \times 10^{-5}$
Ma.3 ki	$6,01 \times 10^2$	4,75	$3,31 \times 10^{-5}$
Ma.4 ka	$2,60 \times 10^2$	4,75	$1,43 \times 10^{-5}$
Ma.6 ka	$1,68 \times 10^2$	4,75	$9,26 \times 10^{-6}$
Ma.8 ka	$9,00 \times 10^1$	4,75	$4,96 \times 10^{-6}$
Lw.1 ka	$2,20 \times 10^2$	4,75	$1,21 \times 10^{-5}$
BD.1 ka	$7,92 \times 10^2$	4,75	$4,36 \times 10^{-5}$
Jumlah			$1,59 \times 10^{-4}$

Sumber: Data primer setelah diolah, 2014.

Analisis Rembesan pada Saluran

Analisis rembesan menggunakan hasil perhitungan kehilangan air pada saluran lalu dikurangi hasil perhitungan dari evaporasi. Dari hasil penelitian di lapangan, rembesan pada saluran primer diperoleh sebagai berikut:

Tabel 7. Rembesan pada Saluran Primer

No	Segmen Saluran Primer	Kehilangan (m ³ /s)	Evaporasi (m ³ /s)	Rembesan/Kebocoran Saluran (m ³ /s)
1	B.Ma 1- B.Ma 2	0,060	$3,25 \times 10^{-4}$	$5,97 \times 10^{-2}$
2	B.Ma 2- B.Ma 3	0,071	$3,26 \times 10^{-4}$	$7,07 \times 10^{-2}$
3	B.Ma 3- B.Ma 4	0,088	$1,76 \times 10^{-4}$	$8,78 \times 10^{-2}$
4	B.Ma 4- B.Ma 5	0,048	$1,74 \times 10^{-4}$	$4,78 \times 10^{-2}$
5	B.Ma 5- B.Ma 6	0,062	$2,55 \times 10^{-4}$	$6,17 \times 10^{-2}$
6	B.Ma 6- B.Ma 7	0,033	$1,81 \times 10^{-4}$	$3,28 \times 10^{-2}$
7	B.Ma 7- B.Ma 8	0,014	$1,38 \times 10^{-4}$	$1,39 \times 10^{-2}$
8	B.Ma 8- B.Ma 9	0,030	$1,83 \times 10^{-4}$	$2,98 \times 10^{-2}$
9	B.Ma 9- B.Ma 10	0,019	$2,51 \times 10^{-4}$	$1,87 \times 10^{-2}$
Total		0,425	$2,01 \times 10^{-3}$	$4,23 \times 10^{-1}$

Sumber: Data primer setelah diolah, 2014.

Berdasarkan Tabel 7, analisis rembesan/ kebocoran pada saluran primer dengan jumlah sebanyak $4,23 \times 10^{-1}$ m³/s dan evaporasi sebesar $2,01 \times 10^{-3}$ m³/s,

serta jumlah kehilangan air disepanjang saluran primer yaitu sebesar $0,425 \text{ m}^3/\text{s}$. Rembesan terbesar pada saluran primer yaitu (B.Ma 3) sebanyak $8,78 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$. Analisis rembesan pada saluran sekunder adalah sebagai berikut :

Tabel 8. Rembesan pada Saluran Sekunder

No	Segmen Saluran Sekunder	Kehilangan (m^3/s)	Evaporasi (m^3/s)	Rembesan/Kebocoran Saluran (m^3/s)
1	B.Lw 1- B.Lw 2	0,014	$1,36 \times 10^{-4}$	$1,39 \times 10^{-2}$
2	B.D 1- B.D 2	0,025	$1,75 \times 10^{-4}$	$2,48 \times 10^{-2}$
Total		0,039	$3,12 \times 10^{-2}$	$3,87 \times 10^{-2}$

Sumber: Data primer setelah diolah, 2014.

Berdasarkan Tabel 8 rembesan total pada saluran sekunder yaitu sebesar $3,87 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$. Kehilangan air disepanjang saluran sekunder sebesar $0,039 \text{ m}^3/\text{s}$. Analisis rembesan pada saluran tersier adalah sebagai berikut :

Tabel 9. Rembesan pada Saluran Tersier

No	Segmen Saluran Tersier	Kehilangan (m^3/s)	Evaporasi (m^3/s)	Rembesan/Kebocoran Saluran (m^3/s)
1	Ma.1 ka	0,016	$3,06 \times 10^{-5}$	$1,60 \times 10^{-2}$
2	Ma.2 ki	0,006	$1,14 \times 10^{-5}$	$5,99 \times 10^{-3}$
3	Ma.3 ki	0,004	$3,31 \times 10^{-5}$	$3,97 \times 10^{-3}$
4	Ma.4 ka	0,001	$1,43 \times 10^{-5}$	$9,86 \times 10^{-4}$
5	Ma.6 ka	0,003	$9,26 \times 10^{-6}$	$2,99 \times 10^{-3}$
6	Ma.8 ka	0,001	$4,96 \times 10^{-6}$	$9,95 \times 10^{-4}$
7	Lw.1 ka	0,009	$1,21 \times 10^{-5}$	$8,99 \times 10^{-3}$
8	BD.1 ka	0,026	$4,36 \times 10^{-5}$	$2,60 \times 10^{-2}$
Total		0,066	$1,59 \times 10^{-4}$	$6,58 \times 10^{-2}$

Sumber: Data Primer Setelah diolah, 2014.

Berdasarkan Tabel 9 rembesan total pada saluran tersier yaitu sebesar $6,58 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$. Evaporasi pada saluran tersier sangat kecil, sehingga kehilangan air total pada saluran tersier yaitu sebesar $0,066 \text{ m}^3/\text{s}$. Rembesan tersebut dikarenakan adanya keretakan di dinding saluran dan dasar saluran serta panjang saluran.

Analisis Efisiensi pada Saluran Irigasi

Efisiensi pada saluran primer diketahui dengan membandingkan debit pada *outlet* saluran terhadap debit *inlet* saluran. Dari hasil penelitian di lapangan

diperoleh hasil efisiensi untuk saluran primer yaitu pada tabel dibawah ini:

Tabel 10. Efisiensi pada Saluran Primer

No	Pengamatan	I (%)	II (%)	Rata-Rata (%)
1	B.Ma 1- B.Ma 2	93,13	93,16	93,15
2	B.Ma 2- B.Ma 3	89,56	89,57	89,57
3	B.Ma 3- B.Ma 4	85,35	85,37	85,36
4	B.Ma 4- B.Ma 5	90,69	90,57	90,63
5	B.Ma 5- B.Ma 6	86,61	86,73	86,67
6	B.Ma 6- B.Ma 7	91,60	91,64	91,62
7	B.Ma 7- B.Ma 8	92,77	92,56	92,67
8	B.Ma 8- B.Ma 9	83,30	82,94	83,12
9	B.Ma 9- B.Ma 10	86,82	86,92	86,87
Rata-rata		88,87	88,83	88,85

Sumber: Data primer setelah diolah, 2014.

Pada Tabel 10 memiliki rata-rata efisiensi penyaluran air pada saluran primer yaitu sebesar 88,85 %. Efisiensi terbesar terdapat pada saluran (B.Ma 1) sebesar 93,15 %. karena pada saluran (B.Ma 1) disepanjang saluran dari pangkal ke ujung masih terpelihara salurannya. Sedangkan efisiensi terkecil pada saluran (B.Ma 8) karena disepanjang saluran kurang terawat dan dipengaruhi oleh faktor kehilangan air yang mencakup faktor evaporasi dan rembesan. Sedangkan hasil penelitian di lapangan, efisiensi pada saluran sekunder diperoleh sebagai berikut:

Tabel 11. Efisiensi pada Saluran Sekunder

No	Pengamatan	I (%)	II (%)	Rata-Rata (%)
1	B.Lw 1	88,04	87,73	87,88
2	B.D 1	85,72	84,49	85,10
Rata-rata		86,88	86,11	86,49

Sumber: Data primer setelah diolah, 2014.

Berdasarkan Tabel 11 analisis efisiensi rata-rata untuk saluran sekunder yaitu sebesar 86,49 %. Efisiensi terbesar terdapat pada saluran (B.Lw 1) sebesar 87,88 %.

Analisis efisiensi untuk saluran tersier dengan membandingkan debit *outlet* saluran terhadap debit *inlet* pada saluran adalah sebagai berikut:

Tabel 12. Efisiensi pada Saluran Tersier

No	Pengamatan	I (%)	II (%)	Rata-Rata (%)
1	Ma.1 ka	61,39	61,12	61,26
2	Ma.2 ki	55,77	55,45	55,61
3	Ma.3 ki	51,06	52,02	51,54
4	Ma.4 ka	71,72	71,23	71,48
5	Ma.6 ka	59,93	60,10	60,02
6	Ma.8 ka	72,72	73,04	72,88
7	Lw.1 ka	56,20	55,70	55,95
8	BD.1 ka	55,41	56,37	55,89
Rata-rata		60,53	60,63	60,58

Sumber: Data primer setelah diolah, 2014.

Berdasarkan Tabel 12 analisis efisiensi rata-rata untuk saluran tersier yaitu sebesar 60,58 %. Efisiensi terbesar terdapat pada saluran tersier (Ma.8 ka) sebesar 72,88 %, sedangkan efisiensi terkecil pada saluran tersier (Ma.3 ki) sebesar 51,54%. Hal ini dikarenakan telah terjadi kerusakan pada saluran tersier sehingga penyaluran air tidak maksimal.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian adalah:

1. Efisiensi saluran primer pada daerah irigasi Bissua adalah 88,85%, sehingga kehilangan air di sepanjang saluran sebesar 11,15%.
2. Efisiensi saluran sekunder pada daerah irigasi Bissua adalah 86,49%, sehingga kehilangan air di sepanjang saluran sebesar 13,51%.
3. Efisiensi saluran tersier pada daerah irigasi Bissua adalah 60,58%, sehingga kehilangan air di sepanjang saluran sebesar 39,42%.
4. Kehilangan air terbesar pada saluran (primer, sekunder dan tersier) terjadi akibat rembesan atau kebocoran saluran.

Saran

Perlu adanya perbaikan pintu air dan saluran yang mengalami kerusakan atau keretakan baik pada dinding saluran maupun pada dasar saluran.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Pengairan. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi*. Departemen Pekerjaan Umum. CV.Galang Persada: Bandung.
- Prijono, Sugeng. 2010. *Agrohidrologi Praktik*. Cakrawala Indonesia: Malang.

DESAIN DAN PENGUJIAN PROTOTYPE MESIN PEMUPUK BUTIRAN LAJU VARIABEL

(Design and Performance Test of Variable Rate Granular Fertilizer Applicator Prototype)

Muhammad Tahir Sapsal¹, Radite P.A. Setiawan², Wawan Hermawan²

¹ Staf Pengajar Program Studi Keteknikan Pertanian Universitas Hasanuddin

² Staf Pengajar Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fateta, IPB

ABSTRACT

In conventional method, fertilizer is applied at a uniform dosage for all location of a field. However, each location within the field needs different amount of fertilizer according to the soil nutrient content. For that purpose, it is important to develop a fertilizer applicator that allows a prescribe rate of fertilizer to be applied at each location within the field, based on soil test results. The objectives of this research were: 1) to design a metering system to control the application rate of a variable rate granular fertilizer applicator, 2) to develop a prototype of 4 rows granular fertilizer applicator, that can provide prescribe application rate automatically, and 3) to obtain field performance data of the prototype. A prototype of the variable rate granular fertilizer applicator was designed and constructed. Its metering device consisted of two fluted wheel type of rotors which was rotated using a DC-motor. To provide a prescribe rate of fertilizer, a control system using microcontroller DT-AVR ATmega1281 modul, was developed and set to control the rotational speed of the rotor. The prototype then was tested using three types of granular fertilizer (Urea, SP-36 and NPK), on stationary and field tests. The test result showed that the PID controller could control and provided a proportional correlation between application rate and rotor speed. The field performance test result showed that the designed machine could provide a proper predetermined application rate of fertilizers. The average deviations of the application rate of Urea, SP-36 and NPK were 5.3 %, 4.72 % and 3.74 % respectively.

Keywords: *variable rate, fertilizer applicator, control system, PID, AVR*

PENDAHULUAN

Pemenuhan kebutuhan pangan diperlukan dengan cara peningkatan produksi pertanian yang membutuhkan lahan dengan kemampuan untuk menyuplai kebutuhan hara tanaman. Untuk mencukupi unsur hara yang telah hilang dilakukan pemupukan, yang bertujuan untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman (Jumin 2005). Namun dalam aplikasinya, khususnya di Indonesia, pemupukan masih menggunakan perlakuan seragam atau URT (*Uniform Rate Technology*), di mana pemupukan dilakukan secara seragam dengan dosis yang sama untuk semua lokasi. Hal ini sangat tidak efisien, karena memberikan porsi yang sama pada setiap lahan, padahal dalam satu lahan memiliki kebutuhan yang berbeda-beda.

Pada aplikasi pupuk yang seragam akan menyebabkan adanya kelebihan atau kekurangan unsur hara, yang akan menyebabkan pertumbuhan tanaman yang tidak optimal. Perlakuan seragam juga berpengaruh buruk pada lingkungan, karena bahan kimia yang berlebihan akan meracuni air tanah, dan dapat merusak kondisi tanah. Sisa bahan kimia yang tidak terserap akan mencemari lingkungan sekitarnya, seperti daerah yang berada di aliran sungai, di mana sisa bahan kimia dari pemupukan maupun penggunaan pestisida akan terbawa ke sungai atau danau, yang biasa digunakan oleh manusia dan tentu saja juga akan mempengaruhi kehidupan hewan atau tumbuhan yang berada pada sungai atau danau tersebut.

Teknologi yang ada saat ini memungkinkan untuk melakukan efisiensi,

di mana pemberian pupuk disesuaikan dengan kebutuhan tanaman, sehingga dapat menghindari adanya kelebihan ataupun kekurangan dosis. Di Negara maju telah digunakan sistem pertanian presisi (*precision farming*) di mana faktor ketepatan dalam kegiatan pertanian sangatlah penting dan berpengaruh dalam produksi pertanian. Presisi ini mulai dari penanaman, pemberian pupuk, pemberantasan hama, sampai dengan pemanenan. Salah satu komponen dari pertanian presisi yaitu penggunaan perlakuan tidak seragam atau VRT (*Variable Rate Technology*) yang dapat digunakan untuk memberikan dosis pemupukan yang sesuai dengan kebutuhan, dan dapat digunakan untuk menggantikan metode URT. Searcy (1997) menyatakan bahwa VRT mencakup mesin yang otomatis merubah tingkat aplikasinya sebagai respon dari posisinya. Sistem variable rate ini membantu mencegah pemupukan yang berlebihan yang dapat menyebabkan terjadinya masalah lingkungan (Setiawan 2001).

Penelitian untuk desain mesin pemupuk butiran laju variabel (*variable rate granular fertilizer applicator*) telah dilakukan. Setiawan (2001) telah melakukan penelitian tentang mesin pemupuk butiran laju variabel untuk lahan sawah, di mana penelitian ini dilakukan di Jepang dengan unit kontrol yang menggunakan komputer desktop. Loghavi dan Forouzanmehr (2010) telah melakukan penelitian di Iran, dengan metering device tipe *screw* yang digerakkan oleh motor *stepper* dan unit kontrol berupa ATmega 16 dan ATmega 8. Azis (2011) melakukan penelitian dengan pengontrolan pada kecepatan *metering device*. Di mana penentuan parameter kontrol PID dilakukan dengan metode *Zeigler-Nichols*. Pengujian statis telah dilakukan dan ternyata tidak memberikan pengontrolan yang cukup presisi. Selain itu, pada penggunaan rotor ganda, tidak mampu mengatasi beban yang diberikan, sehingga laju keluaran pupuk hanya mengalami peningkatan yang kecil dibandingkan dengan penggunaan rotor tunggal. Untuk itu perlu dikembangkan mesin pemupuk yang unit kontrolnya

sederhana, dengan kapasitas pemupukan lebih besar dan dengan sistem kontrol yang lebih presisi serta dapat diaplikasikan di lapangan.

Penelitian ini bertujuan untuk :

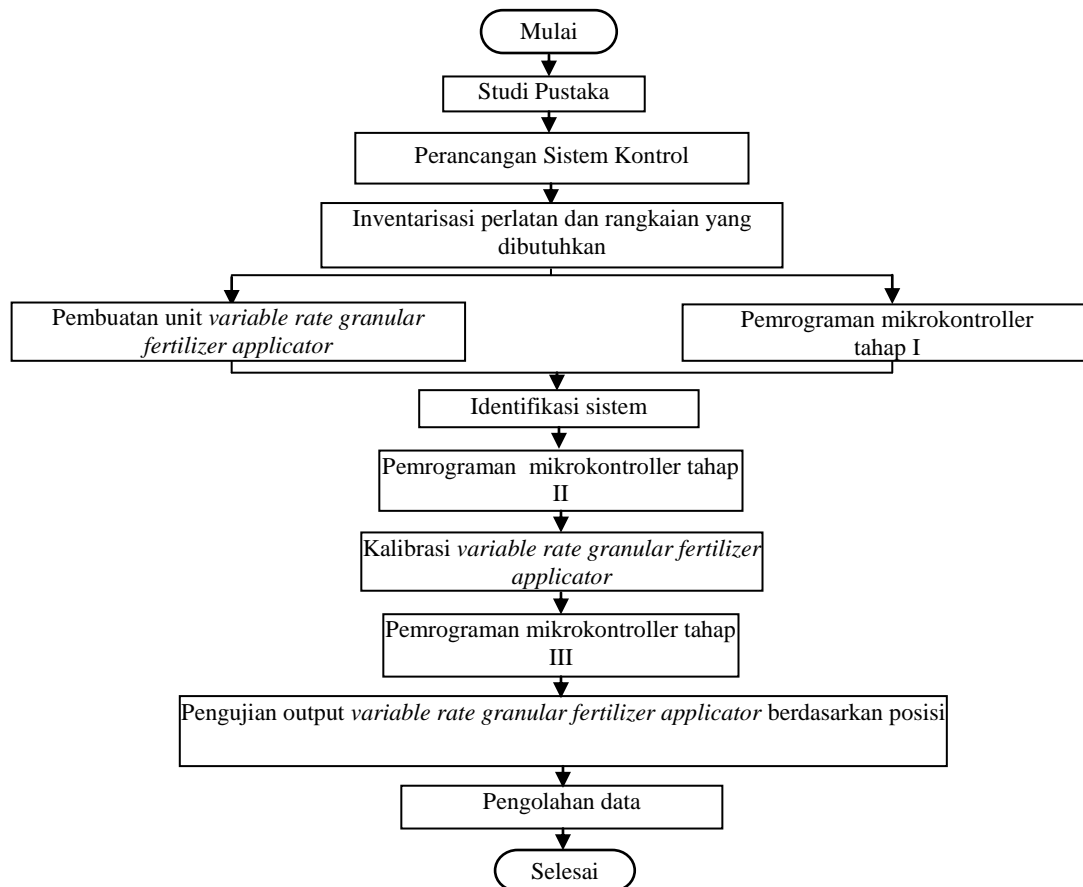
1. Membuat sistem penjatah untuk mengontrol output prototipe mesin pemupuk laju variabel.
2. Mengembangkan prototipe mesin pemupuk butiran 4 baris yang dapat memberikan output dosis yang berbeda-beda secara otomatis.
3. Mendapatkan data kinerja lapangan akurasi penjataan pupuk dari prototipe mesin pemupuk butiran laju variabel.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan konstruksi untuk pembuat *hopper* dan *metering device*, terdiri dari : plat akrilik, besi konstruksi, lem, baut-mur, motor listrik DC, soket, kabel dan sebagainya. Modul kontrol terdiri dari Sistem Minimum AVR ATmega128, SPC *motor controller*, 4 buah EMS 30A H-Bridge, 4 *incremental encoder*, EMS *memory data flash*, konektor RS232, dan rangkaian elektronika pendukung, seperti sakelar, relai, pengaman beban lebih. Disamping OS komputer, software yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *in system programmer downloader*, bahasa C Code-vision, RtMSi 2011 dan SoRtMSi 2011.

Adapun peralatan bengkel yang digunakan adalah : mesin bor, las, bubut, gergaji, dsb. Sedangkan peralatan untuk pengujian kinerja penjataan pupuk adalah traktor (*transplanter*), meteran, *stopwatch*, timbangan digital (3 kg ketelitian 1 gram), USB to RS232, dan wadah. Untuk keperluan download dan upload program ke dan dari mikrokontroler digunakan Laptop, kabel USB to RS232, dan kabel USB to ISP downloader.



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

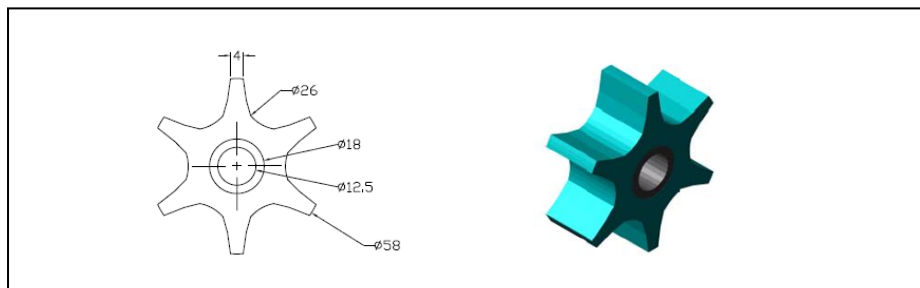
Analisis Rancangan

Bagian utama dari unit *variable rate granular fertilizer applicator* yaitu rotor, hopper, motor DC dan unit pengontrol.

Rotor dirancang berbentuk roda bintang, untuk dapat menjatahkan pupuk butiran dengan laju keluaran 26 cm³/putaran. Untuk itu, ukuran rotornya adalah 6 alur tebal 20 mm, diameter rotor

58 mm dan jari-jari alur 13 mm (lihat Gambar 2).

Setiap unit *variable rate granular fertilizer applicator* memiliki dua buah rotor yang dipasang bergeser dengan sudut rotor 30°. Hal ini bertujuan untuk mengurangi puncak torsi dari motor dan fluktuasi keluaran pupuk ketika kedua rotor dioperasikan bersamaan.



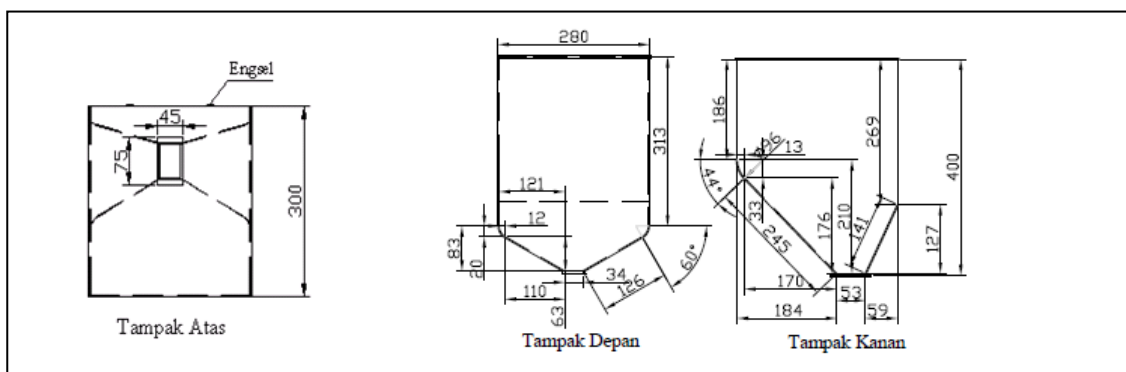
Gambar 2 Dimensi Dan Ukuran Rotor

Desain *hopper* didasarkan pada karakteristik pupuk seperti sudut curah

pupuk yang akan digunakan yaitu Urea, SP-36, dan NPK dengan sudut curah

31° – 35° sehingga sudut kemiringan *hopper* dirancang sekitar 45°. *Hopper* dirancang dapat menampung pupuk

sebanyak 30 kg dengan bahan tahan karat. dimensi *hopper* disajikan pada Gambar 3.

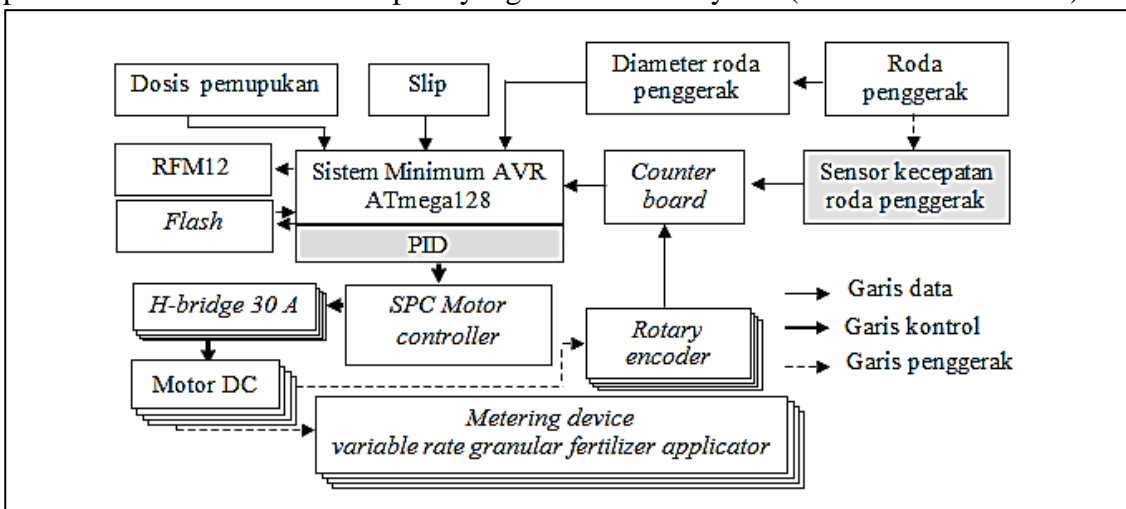


Gambar 3 Dimensi dan ukuran *hopper*

Motor untuk memutar rotor harus memiliki daya sekurang-kurangnya 50 watt dengan torsi 4 Nm dengan kecepatan 110 rpm, untuk itu motor DC jenis servo dengan arus 2.6 A dan tegangan maksimum 22 V dengan putaran maksimum 2600 rpm yang

dilengkapi dengan *gear box* dengan rasio putaran 1/20.

Unit pengontrol dirancang untuk dapat mengatur kecepatan putar motor dari 0 rps sampai 45 rps dengan input dosis pemupukan yang dibutuhkan dan lokasinya (lihat Gambar 4) .



Gambar 4 Diagram unit pengontrol

Parameter PID berupa nilai K_p , T_i , T_d ditentukan dengan metode *internal control* dengan persamaan :

$$K_p = \frac{1}{K} \left[\frac{T + 0.5d}{T_c + 0.5d} \right] \quad (1)$$

$$T_i = T + 0.5d \quad (2)$$

$$T_d = \frac{T \cdot d}{2T + d} \quad (3)$$

Di mana K adalah konstanta perbandingan antara kecepatan motor terukur (rps) dan perintah pengendalian motor (pwm), T adalah waktu konstan atau *time constant* (s), d adalah delay atau *dead time* (s), T_c adalah waktu kontrol (s).

Metode Pengujian

Pengujian yang dilakukan meliputi :
1) kinerja sistem control, 2) kinerja stasioner dan 3) kinerja lapang.

Pengujian kinerja sistem kontrol dilakukan dengan pada beberapa tingkat kecepatan pada *stair-step respon*, yaitu 0, 5, 15, 25, 35, 45, 0, 45, 35, 25, 15, dan 0 rps. Masing-masing kecepatan berlangsung selama 5 detik, dan data direkam setiap 20 ms. Hal ini diulang sebanyak 3 kali.

Kinerja stasioner dilakukan pada masing-masing penggunaan jenis pupuk, pada beberapa tingkat kecepatan putaran motor, yaitu 5, 15, 25, 35, dan 45 rps dengan waktu pengujian 20 detik. Jumlah pupuk yang keluar ditimbang dan direkam secara *real time* setiap 100 ms. Selanjutnya dihitung laju keluaran pupuk dalam g/s. Masing-masing tingkat kecepatan putaran diukur sebanyak 3 kali untuk mengetahui rata-rata laju keluaran pupuk. Pengujian dilakukan dengan 0, 50, 100, 150, 200, 250 kg/ha yang diurut berdasarkan urutan petakan. Setiap perlakuan diulang 3 kali.

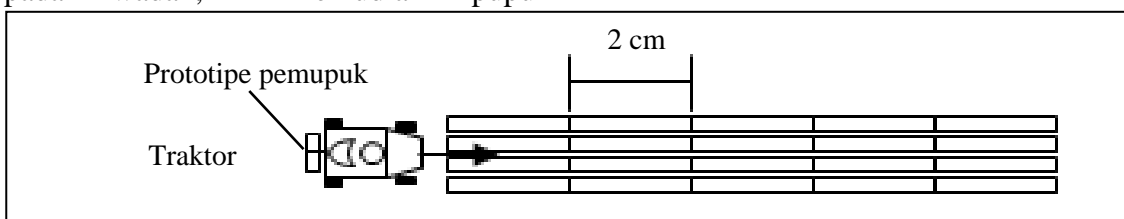
Pupuk yang dikeluarkan ditampung pada wadah, kemudian pupuk

menggunakan rotor tunggal dan ganda. Dari proses kalibrasi ini, diperoleh konstanta kalibrasi yang akan digunakan pada pengujian lapang, di mana persamaan untuk menentukan kecepatan motor untuk mendapatkan dosis tertentu menggunakan persamaan 4:

$$N_i = \frac{10 W D_s v (1 - s) - a_i}{b_i} \quad (4)$$

Di mana : N_i adalah kecepatan rotor *metering device* ke i (r/s), W adalah lebar kerja (m), D_s adalah dosis pemupukan (kg/ha), v adalah kecepatan maju traktor (m/s), s adalah perkiraan slip, a_i dan b_i adalah konstanta kalibrasi *metering device* ke i .

Pengujian kinerja lapang dilakukan dengan menggunakan mesin pemupuk pada traktor (*transplanter*), pengujian dilakukan pada lahan yang berbahan beton, dengan menggunakan tiga jenis pupuk, yaitu Urea, SP-36 dan NPK. Dosis pemupukan yang digunakan yaitu : dikumpulkan dan ditimbang per 2 m alur. Selanjutnya dibandingkan antara pupuk yang tertimbang dengan target dosis pupuk pada setiap petak.



Gambar 5 Ilustrasi Pembagian Blok Pada Pengujian Lapangan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Protipe Mesin Pemupuk

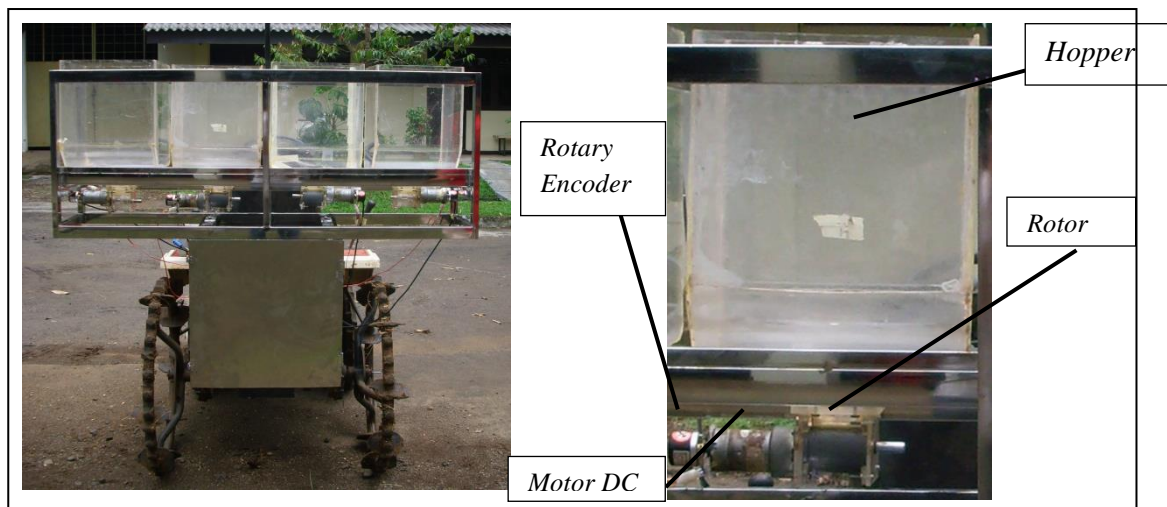
Prototipe mesin pemupuk hasil rancangan yang telah dibuat, dapat dilihat pada Gambar 6.

Kinerja Sistem Kontrol

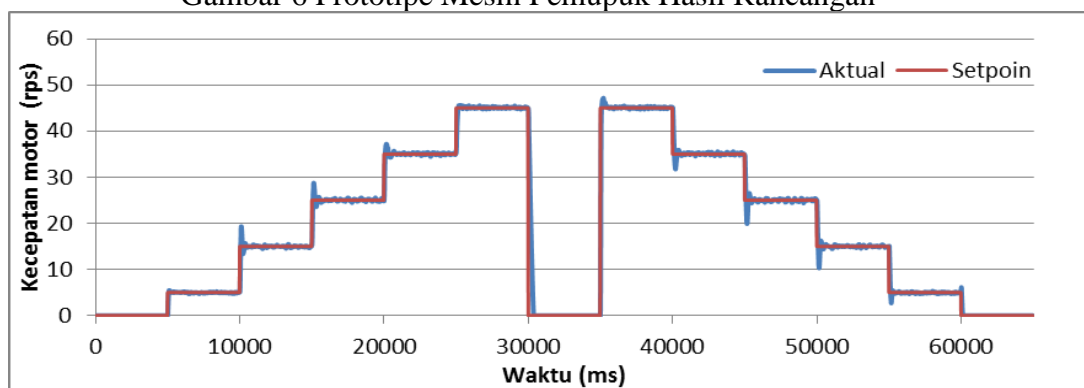
Parameter PID yang digunakan yaitu $K_p = 0.289$, $T_i = 0.026$ s dan $T_d = 0.003$ s. pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mengontrol kecepatan motor pada set poin yang telah ditentukan. Hasil pengujian yang diperoleh ditampilkan pada Gambar 7.

Hasil pengujian menunjukan bahwa sistem memberikan respon yang baik terhadap setpoint yang diberikan baik dalam keadaan step naik maupun turun sebagaimana menurut Setiawan *et al.* 2011, bahwa metode *internal control* dapat memberikan kontrol yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan metode *Zeigler-Nichols*. Dapat dilihat pula bahwa pada saat perubahan ke setpoint yang lebih tinggi, kondisi

kecepatan motor awal mengalami penyimpangan yang jauh dari setpoint. Hal ini terjadi karena, pada pengambilan data kecepatan pada periode sebelumnya diperoleh data kecepatan yang jauh di bawah setpoint, sehingga sistem akan memberikan pwm yang tinggi untuk mencapai setpoint yang telah ditetapkan, begitu juga pada saat perubahan ke setpoint yang lebih rendah.



Gambar 6 Prototipe Mesin Pemupuk Hasil Rancangan



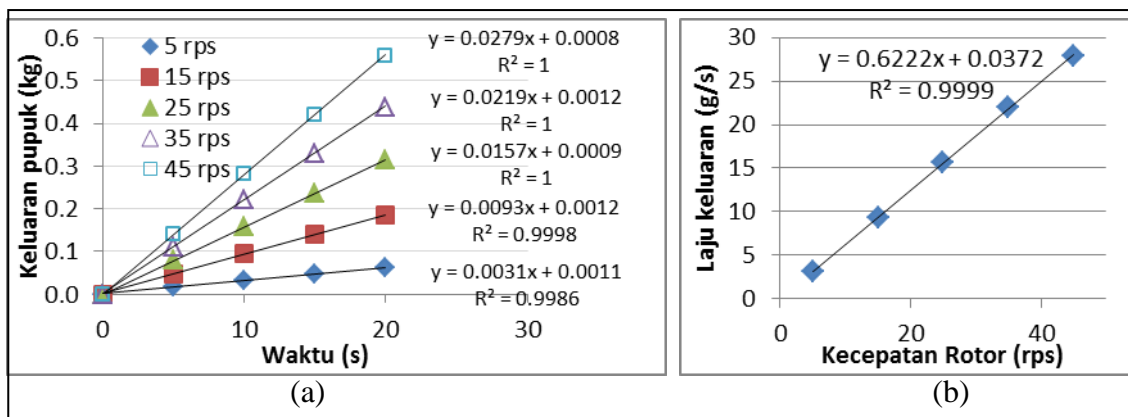
Gambar 7 Kecepatan Motor Berdasarkan Setpoint Yang Diberikan

Kinerja Stasioner

Pengujian urea dengan rotor tunggal

Hasil pengujian konsistensi laju keluaran dan kalibrasi yang diperoleh pada pengujian dengan menggunakan rotor tunggal, ditampilkan pada Gambar 8.

Hasil yang diperoleh menunjukan bahwa penggunaan rotor tunggal dengan pupuk urea, memberikan laju keluaran yang konsisten pada tingkat kecepatan yang diberikan, dengan koefisien determinasi lebih dari 99 %. Rata-rata keluaran pupuk perputaran rotor yaitu 0.624 g/putaran.



Gambar 8 Grafik Hubungan Waktu Dengan Keluaran Pupuk Urea (a), Kecepatan Rotor Dengan Laju Aliran Urea (b) Dengan Rotor Tunggal

Pengujian urea dengan rotor ganda

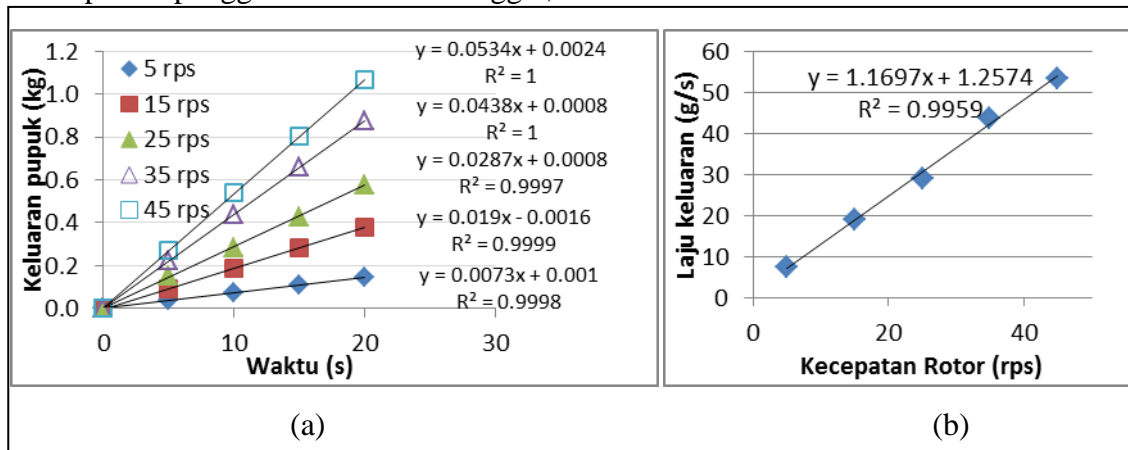
Hasil pengujian konsistensi laju keluaran dan kalibrasi yang diperoleh pada pengujian dengan menggunakan rotor ganda, ditampilkan pada Gambar 9.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa dengan penggunaan rotor ganda, memberikan laju keluaran yang konsisten, dengan koefisien determinasi lebih dari 99%, dan rata-rata keluaran pupuk yaitu 1.266 g/putaran. Penggunaan rotor ganda memberikan output dua kali lebih besar dari pada penggunaan rotor tunggal,

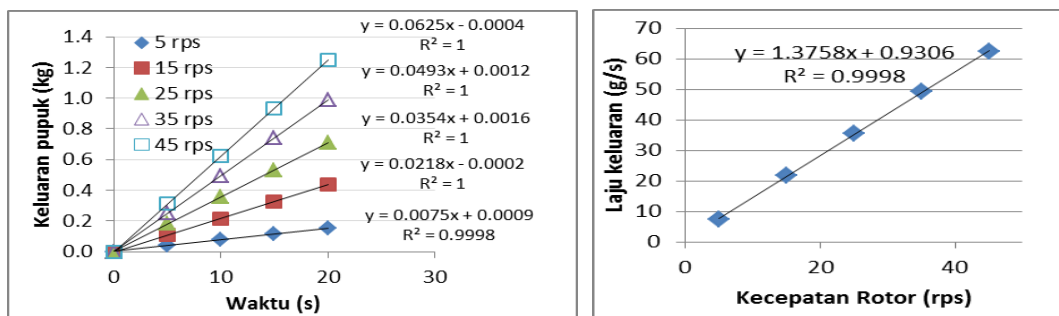
karena volume yang disalurkan menggunakan rotor ganda, dua kali lebih besar dari pada rotor tunggal.

Pengujian SP-36 dengan rotor tunggal

Hasil pengujian konsistensi laju keluaran SP-36 dan kalibrasi yang diperoleh pada pengujian dengan menggunakan, ditampilkan pada Gambar 10.



Gambar 9 Grafik Hubungan Waktu Dengan Keluaran Pupuk Urea (a), Kecepatan Rotor Dengan Laju Aliran Urea (b) Dengan Rotor Ganda



Gambar 10 Grafik Hubungan Waktu Dengan Keluaran Pupuk Sp-36 (a), Kecepatan Rotor Dengan Laju Keluaran Sp-36 (b) Dengan Rotor Tunggal

Hasil pengujian dengan menggunakan pupuk SP-36 pada rotor tunggal, menunjukkan bahwa prototipe mesin pemupuk dapat memberikan keluaran yang proporsional berdasarkan kecepatan putar yang diberikan, dengan koefisien determinasi lebih dari 99 %, baik pada hubungan antara keluaran pupuk terhadap waktu, maupun kecepatan rotor terhadap laju keluaran. Laju keluaran pupuk SP-36 rata-rata 1.434 g/putaran.

Pengujian SP-36 dengan Rotor ganda

Hasil pengujian konsistensi laju keluaran dan kalibrasi yang diperoleh pada pengujian dengan menggunakan *double le rotor*, ditampilkan pada Gambar 11.

Hasil pengujian dengan menggunakan rotor ganda, diperoleh laju keluaran yang proporsional dengan peningkatan kecepatan putar rotor dengan

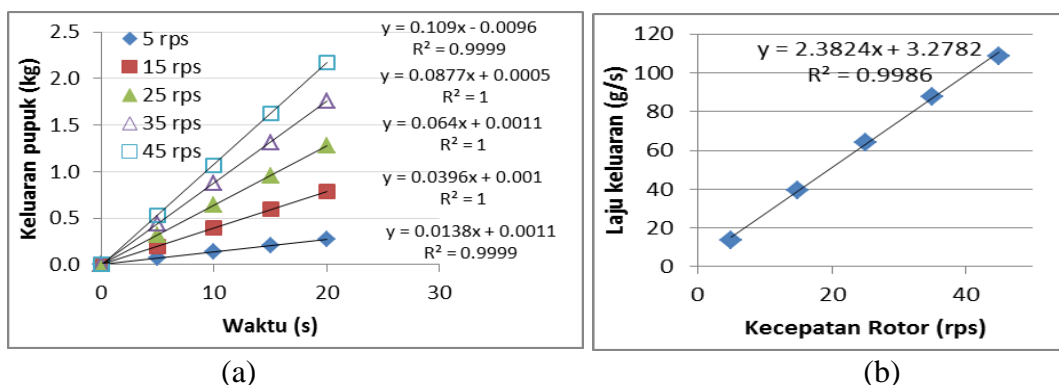
koefisien determinasi lebih dari 99 %, baik pada hubungan waktu dengan keluaran pupuk, maupun antara hubungan kecepatan rotor dengan laju keluaran. Laju keluaran rata-rata 2.58 g/putaran.

Pengujian NPK dengan rotor tunggal

Hasil yang diperoleh pada pengujian pupuk NPK dengan rotor tunggal memberikan laju keluaran yang konsisten dengan koefisien determinasi lebih dari 99%. Laju keluaran rata-rata sebesar 0.958 g/putaran.

Pengujian NPK dengan Rotor ganda

Hasil yang diperoleh pada pengujian dengan menggunakan pupuk NPK pada rotor ganda menunjukkan bahwa laju keluaran proporsional dengan peningkatan kecepatan rotor dengan koefisien determinasi lebih dari 99 %. Rata-rata laju keluaran sebesar 1.894 g/putaran.

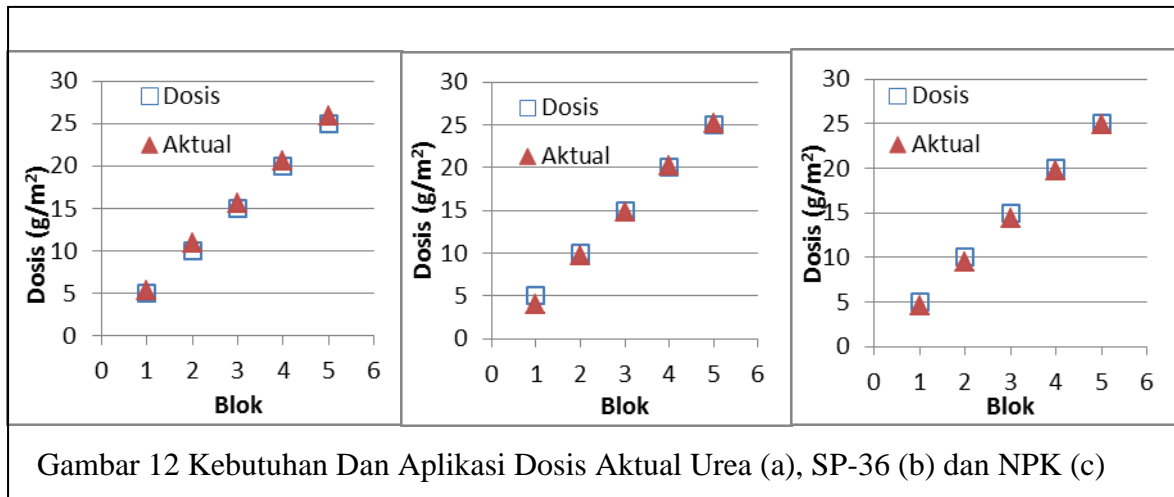


Gambar 11 Grafik Hubungan Waktu Dengan Keluaran Pupuk SP-36 (a), Kecepatan Rotor Dengan Laju Keluaran SP-36 (b) Dengan Rotor Ganda

Kinerja Lapangan

Aplikasi di lapangan, menggunakan dosis yang telah dikonversi berdasarkan massa jenis pupuk. Hal ini dilakukan

karena, terdapat perbedaan massa jenis antara pupuk yang digunakan saat kalibrasi, dengan yang digunakan saat pengujian lapangan



Hasil yang diperoleh (Gambar 12) menunjukkan bahwa prototipe mampu memberikan perubahan dosis sesuai dengan lokasi yang telah ditentukan. Diperoleh perbedaan antara kebutuhan dan dosis aktual, di mana terdapat lokasi yang kelebihan dosis, terdapat pula yang

kekurangan. Namun secara umum prototipe mampu memberikan dosis pemupukan sesuai dengan dosis yang dibutuhkan. Rata-rata penyimpangan untuk urea 5.2 %, SP-36 4.6 % dan NPK 3.7 %. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Perbandingan kebutuhan dan dosis aktual

Blok	Kebutuhan (g/m ²)	Urea		SP-36		NPK	
		Aktual (g/m ²)*	Error (%)	Aktual (g/m ²)*	Error (%)	Aktual (g/m ²)*	Error (%)
1	5	5.31	6.28%	4.07	-18.64%	4.63	-7.48%
2	10	10.96	9.60%	9.73	-2.72%	9.43	-5.70%
3	15	15.61	4.06%	14.86	-0.95%	14.41	-3.92%
4	20	20.59	2.96%	20.16	0.82%	19.75	-1.25%
5	25	25.90	3.62%	25.12	0.46%	24.91	-0.36%
Rata-rata			5.30%		4.72%		3.74%

* Setelah dikonversi berdasarkan massa jenis pupuk

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium dan di lapangan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Prototipe yang dirancang mampu memberikan dosis pemupukan yang sesuai pada lokasi yang telah ditentukan.
2. Penentuan koefisien K_p , T_i dan T_d dengan metode *Internal Control*, memberikan pengontrolan yang lebih baik pada desain sistem kontrol prototipe mesin pemupuk dibandingkan dengan metode *Zeigler-Nichols*.
3. Kecepatan motor dapat dikontrol dengan baik sesuai dengan setpoint yang diberikan dengan menggunakan kontrol PID.
4. Prototipe mesin pemupuk dapat mengontrol laju keluaran pupuk urea, SP-36 dan NPK, dengan mengatur kecepatan putar rotor.
5. Rata-rata penyimpangan pada aplikasi di lapangan untuk urea 5.3 %, SP-36 4.72 % dan NPK 3.74 %.

Saran

Aplikasi prototipe mesin pemupuk butiran laju variabel di lahan yang sebenarnya, membutuhkan sensor posisi yang lebih presisi, seperti RTK-DGPS untuk meningkatkan kemampuan pemberian dosis sesuai dengan lokasi yang telah ditentukan, karena ketelitian sensor posisi menggunakan *rotary encoder* tergantung pada kondisi lahan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Direktorat Pendidikan Tinggi, Kemendiknas atas bantuan dana penelitian melalui Project I-MHERE IPB B.2.c.

DAFTAR PUSTAKA

Aziz A. 2011. Disain dan Pengujian *Metering Device* untuk Unit Pemupuk Butiran Laju Variabel (*Variable Rate*

Granular Fertilizer Applicator)[tesis]. Bogor : Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

Jumin HB. 2005. *Dasar-dasar Agronomi*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.

Loghavi M, Forouzanmehr E. 2010. Design, Development and Field Evaluation of a Map-Based Variable Rate Granular Application Control System. Di dalam : 2010 ASABE Annual International Meeting, Pittsburgh, 20 – 23 Juni 2010. Pennsylvania : ASABE

Searcy SW. 1997. Precision Farming: A New Approach to Crop Management.: *Texas Agricultural Extension Service. College Station. L-5177* (<http://txprecag.tamu.edu/content/pub/pf-ncm.pdf>) [11 Okt 2010]

Setiawan RPA. 2001. Development of Variable Rate Granular Applicator for Paddy Field [Research Report]. Jepang : Kyoto University.

Setiawan RPA, Tahir M, Hermawan W, Budiyanto B. 2011. Mesin Pemupuk Presisi Laju Variabel Berbasis Mikrokontroler. Di dalam : Seminar Nasional PERTETA 2011, Jatinangor, 6-8 Desember 2011. Bandung : Perhimpunan Teknik Pertanian.

PANDUAN UNTUK PENULIS

Makalah ditulis menggunakan Microsoft Word dan semua kata/kalimat menggunakan Times New Roman (Font 12). Sebelum menulis makalah, sebaiknya dilakukan formatting sebagai berikut: Klik **Format, Paragraph**, pilih **Spacing** untuk **Before and After = Auto**, dan **Line Spacing = Single** kemudian pilih **Alignment = Left**.

Struktur penulisan makalah Jurnal AgriTechno secara berurutan adalah: judul; penulis, institusi dan E-mail; abstrak; pendahuluan; bahan dan metode; hasil dan pembahasan; kesimpulan; ucapan terima kasih (*optional*); daftar pustaka; lampiran (*optional*).

Judul ditulis dalam Bahasa Indonesia dan di bawahnya dalam Bahasa Inggris, dengan menggunakan **Title Case** (Caranya: Klik **Format, Change Case** dan pilih **Title Case**). Penulis dan Institusinya ditulis berurutan di bawah Judul, yang ditulis dengan menggunakan **Title Case**. Bila lebih dari satu penulis, ditulis berurutan di bawahnya.

Abstract ditulis dalam bahasa Inggris tidak lebih dari 200 kata dan hanya satu kalimat/paragraf menggunakan **Sentence Case**. Di bawah Abstract harus diberikan keywords maksimal 5 kata/frase kunci. Abstrak memberikan informasi singkat tentang alasan penelitian dilakukan, tujuan yang ingin dicapai, metode yang digunakan dan hasil yang diperoleh serta apa kegunaannya.

Pendahuluan menggunakan **Sentence Case** yang dimulai dengan menjelaskan alasan dilakukannya penelitian, disusul dengan telaah pustaka yang erat kaitannya dengan penelitian, dan diakhiri dengan pernyataan tujuan penelitian dan hasil yang ingin dicapai.

Bahan dan Metode menggunakan **Sentence Case** dimaksudkan untuk menjelaskan bagaimana penelitian dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian. Bila menggunakan metode baku, cukup disebutkan namanya saja tidak perlu dijelaskan lagi. Misalnya, bila menggunakan Regresi Linier tidak perlu menuliskan lagi rumusnya. Bila menggunakan metode pengukuran baku tidak perlu dijelaskan lagi tahap-tahapnya. Bila menggunakan metode yang sama dengan yang ada dalam pustaka, cukup dirujuk saja pustaka tersebut. Bila menggunakan banyak peralatan atau instrumen cukup disebutkan yang berperan penting dalam pengukuran. Bila ada modifikasi rumus matematika seperti penurunan, integral dan lain sebagainya, cukup dituliskan hasil akhirnya saja dengan penjelasan setiap variabel, parameter, konstanta, indeks dan simbol yang digunakan lengkap dengan satuannya. Bila ada gambar rancangan alat, proses atau sistem cukup diberikan sketsa bagian intinya saja secara sederhana agar mudah dimengerti.

Hasil dan Pembahasan menggunakan **Sentence Case**, yang menjelaskan kenapa diperoleh hasil demikian dan apa pengaruhnya terhadap faktor-faktor yang diperhatikan. Apakah hasil yang diperoleh sesuai dengan tujuan atau ada juga kelainannya.

Kesimpulan menggunakan **Sentence Case**, yang menegaskan apakah tujuan penelitian ini sudah tercapai atau masih ada hal-hal yang belum dicapai.

Daftar Pustaka menggunakan **Sentence Case**. Satu pustaka satu kalimat. Diurut berdasarkan abjad. Usahakan pustaka yang dirujuk merupakan tulisan ilmiah yang telah mempunyai ISSN atau ISBN.

Pengiriman Makalah bisa melalui pos dan e-mail. Bila dikirim melalui pos, kirimkan hardcopy sebanyak 1 eksemplar dan filenya dalam bentuk CD atau Disket. Pastikan bahwa file terdiri dari: **Text.doc**, **Table.doc**, bila ada bersama dengan sejumlah **Picture1.jpg**, **Picture2.jpg**, dan jika ada grafik dalam excel dengan **grafik.xls**, dan seterusnya. Pada CD atau Disket jangan lupa diberi label nama dan alamat email penulis pertama. Bila ada yang belum jelas langsung tanyakan melalui e-mail ke: agritechnokpuh@gmail.com.

Jurnal AgriTechno
Volume 8, No. 1, April 2015
ISSN : 1979 - 7362

Daftar Isi

<i>Uraian</i>	<i>Hal</i>
Analog Bakso Sehat Dari Protein Kacang Merah (<i>Phaseolus vulgaris</i> L) Jalil Genisa, Nandi K. Sukendar, Jumriah Langkong, dan Nurlaila Abdullah	1
Pengaruh Bahan Organik Terhadap Pemadatan Tanah Dan Produksi Tanaman Tebu Pada Lahan Kering Iqbal.....	10
Penerapan Metode Mock Untuk Menghitung Debit Andalan Das Pappa Kabupaten Takalar Kasmawati K, Suhardi dan Haerani.....	20
Mempelajari Hubungan Antara Kondisi Penyimpanan Dan Kadar Air Awal Biji Kakao (<i>Theobroma Cacao</i> L) Dengan Susut Bobot Selama Penyimpanan Khairunnisa, Salengke dan Supratomo ¹	28
Model Pengeringan Lapisan Tipis Jagung (<i>Zea Mays</i> L) Varietas Bima 18 Dan Bima 16 Henny Poerwanty AS, Junaedi Muhidong dan Abdul Waris	38
Analisis Kebutuhan Air Tanaman Jagung (<i>Zea Mays</i> L.) Masa Tanam III Di Desa Alatengae Kecamatan Bantimurung Kabupaten Maros Nurul Annisa, Mahmud Achmad dan Daniel Useng.....	44
Analisis Efisiensi Pemberian Air Pada Jaringan Irigasi Primer Bili-Bili Kabupaten Gowa Muh. Rahman Syah, Sitti Nur Faridah dan Ahmad Munir.....	55
Model Pengeringan Lapisan Tipis Gabah Varietas <i>Lea</i> (Beras Merah) Dan Varietas <i>Lallodo</i> (Beras Hitam) (<i>Oryza Sativa</i> L) St. Fitriani Sari Bulan, Supratomo dan Olly Sanny Hutabarat.....	60
Analisis Efisiensi Penyaluran Air Irigasi Di Kawasan Mattoangin Pada Daerah Irigasi Bissua Kabupaten Takalar Ahmad Saad, Totok Prawitosari dan Iqbal	71
Desain Dan Pengujian Prototipe Mesin Pemupuk Butiran Laju Variabel Muhammad Tahir Sapsal, Radite P.A. Setiawan, Wawan Hermawan.....	76